COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AOUT 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le dernier tornado des États-Unis, et sur les anciennes observations de trombes dues à Buffon et à Spallanzani.* Note de M. FAYE.

« Voici plusieurs années que je présente à l'Académie la description des trombes ou tornados qui parviennent à ma connaissance. Tous ces phénomènes, observés dans les pays les plus divers, offrent les mêmes caractères conformes à ma théorie. Personne n'a encore cité de faits qui lui fussent opposés; mes savants adversaires en ont été réduits à m'objecter, sans aucun fondement d'ailleurs, les petits tourbillons de poussière qu'on voit apparaître en été sur les routes et les places publiques, ou les apparences plus ou moins tourbillonnaires qu'on a remarquées dans de vastes incendies.

» Je n'en continuerai pas moins l'exposé des faits toutes les fois qu'ils m'arriveront par le canal d'une enquête scientifique. C'est précisément le cas du tornado qui a sévi aux États-Unis, le 20 mai de l'année dernière. Je dois à l'obligeance de M. Delafontaine, de Chicago, la communication de l'étude très détaillée qui en a été faite par M. W. Daniells, professeur de l'Université du Wisconsin. En voici le début :

« Ce tornado était un tourbillon de proportions extraordinaires, ayant une gyration op-

posée au sens du mouvement diurne du Soleil, c'est-à-dire dans le sens O.-S.-E. Ce fait devenait bien vite évident pour quiconque suivait la trace de ce tornado, même sur une faible distance, et il va être mis hors de doute par l'ensemble des observations suivantes, recueillies sur toute son étendue.

» Rien de plus différent en effet, quant aux actions exercées sur le sol, que les prétendus courants centripètes des météorologistes, convergeant plus ou moins obliquement vers un centre donné, et les gyrations circulaires autour du même centre qui sont l'expression de la réalité. M. Daniells a étudié pas à pas les effets de ce tornado, examiné les maisons détruites, le transport des matériaux, les arbres abattus ou cassés, tombant les uns sur les autres, les clôtures renversées, etc. : partout il a trouvé la preuve évidente de la nature gyratoire de ce redoutable phénomène; nulle part il n'a vu l'effet de courants convergeant de tous les points de l'horizon vers un centre mobile. Celui-ci a eu d'ailleurs des proportions considérables et laissera dans les comtés d'Iowa, de Dane et de Jefferson Wn. de tristes souvenirs. Les pertes pour la seule ville de Mineral Point s'élèvent à 975000fr, et le total pour les trois comtés de l'état de Wisconsin à 3 millions. Soixante personnes ont été tuées ou grièvement blessées. Il y aurait eu bien plus de victimes si la plupart des habitants, avertis par l'horrible fracas de ce tornado, ne s'étaient en toute hâte cachés dans leurs caves. D'ailleurs il ne marchait pas plus vite qu'un train omnibus (26 $\frac{1}{2}$ milles ou 10 lieues environ par heure), et il mettait trente-six secondes en moyenne à passer sur un point donné. On sait que d'autres tornados ont été bien plus rapides et plus difficiles à éviter. Voici un exemple entre cent de ses effets :

» ... La maison qui fut atteinte ensuite était celle de Thomas Kreamer, près du centre du quartier nord-ouest de la section 24. Mme Kreamer vit la tempête s'approcher et se réfugia dans la cave avec ses enfants, en suppliant son mari et M. Ooley, qui avait cherché un abri chez eux, de la suivre. Ces messieurs crurent d'abord qu'ils étaient suffisamment protégés par la maison; mais, quand la maison fut atteinte, ils se précipitèrent vers la cave. Avant qu'ils pussent arriver à la porte de cette cave, la maison fut complètement détruite et M. Ooley tué sur le coup; M. Creamer eut la jambe cassée.

» En général, les objets ou les individus atteints étaient couverts d'une couche épaisse de boue appliquée avec une force extrême. M. Daniells a relevé en plusieurs régions la situation des débris emportés au loin et en a donné le plan. Ce travail ne laisse pas, à mon avis, l'ombre d'un doute sur la nature de la gyration descendante. Non-seulement la trombe agissait sur les

objets élevés et donnant prise au vent, tels que les arbres ou les maisons, mais encore sur le sol lui-même. Au sortir d'une forêt où elle venait de pratiquer en quelques secondes une allée de 300^{m} de large, comme si un gigantesque faucheur y avait passé, elle opérait sur un champ, courbant de simples herbes, et produisant sur le sol l'effet d'une nappe d'eau qui aurait coulé dessus avec furie. Rien de plus net que la limite de son action. L'auteur la représente par une bande de 300^{m} de largeur moyenne, qui traverse les trois comtés avec de légères déviations sur une étendue de 128 milles. Tout le travail de la trombe s'est concentré sur cette bande; au delà on trouve bien des débris, mais ce sont des objets transportés par l'impulsion du tornado, ou par le vent, et provenant tous des ruines qu'elle a faites sur la longue bande parcourue en deux heures et demie. Elle était d'ailleurs accompagnée d'éclairs et d'une grêle assez peu abondante, mais fort grosse; elle était suivie, à vingt ou trente minutes d'intervalle, de fortes averses.

» L'auteur a marqué sur sa carte le point où le tornado a touché terre en descendant, mais il a bien soin de constater qu'il n'y a aucune raison de croire qu'elle ait pris naissance en cet endroit par l'effet de circonstances atmosphériques spéciales. Il pense qu'elle existait en l'air quelque temps avant d'atteindre le sol. En la suivant sur son long parcours, on la voit se relever en l'air et interrompre ses ravages pour les reprendre plus loin, tandis qu'une seconde trombe la remplaçait, à quelques milles plus au sud, en suivant la même direction, ce qui fait que l'auteur compte trois tornados distincts à la fin de la course. Les cartes quotidiennes du Service météorologique des États-Unis indiquaient, ce même jour, une vaste dépression se mouvant sur la région des lacs; le tornado du Wisconsin n'était donc qu'une dépendance d'un mouvement tourbillonnaire beaucoup plus étendu.

» Je saisis cette occasion de montrer à l'Académie que, si des témoins sans expérience ont répandu à ce sujet tant d'idées erronées, les grands, les vrais observateurs, tels que Buffon et Spallanzani, avaient, au siècle dernier, décrit ces phénomènes de toute autre façon. Par malheur, le public s'est attaché aux dires des premiers et a négligé l'opinion des maîtres.

« Il faut avouer, dit Spallanzani (1), que nous n'avons qu'une idée fort imparfaite de ces merveilleux météores. Cela tient en partie à la rareté des observations, mais aussi à ce que les observateurs eux-mêmes n'ont été ni des plus capables, ni des plus véridiques. C'est pourquoi j'ai eu grand soin d'observer ceux que j'ai rencontrés et dont je vais rendre compte (2).

---

(1) *Memorie di Matematica e di Physica della Società italiana*, 1788, t. IV, p. 473.

(2) Ce qui suit est la traduction donnée par MM. Zurcher et Margollé.

» Ayant levé l'ancre de Venise le soir du 22 août 1785, le jour suivant nous arrivâmes, à onze heures, en face des montagnes d'Istrie. Le vent, assez doux, soufflait de l'est à l'ouest, le ciel était couvert de nuages orageux qui marchaient vers l'est, et de temps en temps, au nord-est, se voyaient de vifs éclairs, suivis de coups de tonnerre, lesquels ne faisaient pas entendre ce roulement prolongé que le plus souvent on entend sur terre, mais ressemblaient à des coups de canon très brefs. La face inférieure des nuages touchait les montagnes de l'Istrie, et par conséquent à vue d'œil elle ne semblait pas être de plus de 1 mille d'élévation. Elle était partout uniforme, à l'exception d'une enflure qu'il y avait d'un côté; et là le nuage, étant plus gros, paraissait plus noir. Outre ce mouvement de marche vers l'est, commun au reste des nuages, cette tumeur en avait un en tourbillon; et où elle était, les éclairs brillaient et le tonnerre grondait plus fréquemment, sans qu'il parût d'indice de pluie. La tumeur du nuage correspondait perpendiculairement à un endroit de la mer qui n'était pas distant de nous de plus de 5 milles. Au moment où j'avais les yeux fixés sur cette tumeur comme sur l'objet qui frappait le plus la vue, j'observai que vers son milieu elle s'allongea tout à coup en une espèce de cône renversé; d'autres cônes ne tardèrent pas à paraître de la même manière latéralement, lesquels ressemblaient, en grand, à des stalactites pendant de la voûte d'une caverne souterraine. Mais ce groupe de cônes ne tarda pas à disparaître. Peu de temps après, il se forma un autre cône dans le même endroit, mais beaucoup plus considérable, lequel, s'allongeant rapidement et tombant d'aplomb jusqu'en bas, en très peu de temps arriva sans interruption jusqu'à la mer, et en toucha la superficie avec son extrémité inférieure, nous pourrions dire avec son sommet, tandis que la base du cône se cachait dans ce gonflement de nuages. Lorsque le sommet toucha l'eau de la mer, celle-ci se souleva en un monticule qui persista tant que le cône renversé fut entier. Celui-ci était donc une vraie et complète trombe de mer, tandis que les cônes plus courts n'en étaient que d'imparfaites....

» Pendant que j'observais avec joie cet admirable phénomène, voilà que de la même grosseur du nuage, qui ne cessait pas d'éclairer et de tonner, se détachent deux autres trombes, dont l'une plus volumineuse, l'autre moins que la première, lesquelles, descendant avec une vélocité presque égale, joignirent la mer. Le temps de la descente dura un peu plus de trois minutes. Outre la courbure habituelle, je vis à leur cône ou base un mouvement en tourbillons, et je vis aussi avec plus de précision, à cause du plus grand rapprochement, les deux monticules d'eau subjacents à la pointe des trombes, qui se formèrent également aussitôt que celles-ci touchèrent la mer.

» Quoique, au premier abord, j'eusse pris ce monticule pour une masse d'eau liquide, il n'en avait que l'apparence : c'était un voile d'eau qui se soulevait de quelques pieds au-dessus du niveau de la mer, et qui, regardé avec une bonne lunette, paraissait écumeux. Or ce voile, s'étant déchiré en plusieurs parties, laissa voir très facilement une cavité dans son intérieur, mais qui n'en occupait pas le milieu et qui pénétrait de plus de 2 pieds dans la mer. Je pensai donc, non sans fondement, que c'était une force qui, agissant sur la mer de haut en bas, créait cette cavité, obligeant l'eau à monter latéralement; et comme la cavité et le voile étaient placés sous la pointe des deux trombes, et les suivaient constamment dans leurs marches, je jugeai que cette force n'était autre qu'un courant d'air qui, se précipitant des nuages par la trombe, allait frapper l'eau avec impétuosité. La grande proximité des trombes me fit découvrir un autre phénomène qui confirma mes

opinions : c'est qu'il partait de ces deux cavités un bruit confus, non interrompu, semblable à ceux que produisent les arbres quand ils sont violemment agités par le vent. Du reste, la mer n'avait aucune part à ce phénomène, sa superficie n'étant alors que légèrement agitée par un vent faible.

» Pendant que je contemplais ces deux trombes, la première avait disparu. Sa suppression se fit ainsi : l'arc dont elle était formée devint de plus en plus mince, et, peu à peu, vers le milieu, il se fit un angle, puis elle se rompit en deux, et à peine la rupture avait-elle eu lieu, que le monticule d'eau s'affaissa. Ces deux morceaux d'arc cependant ne cessèrent pas subitement d'exister; ils se conservèrent visibles pendant onze minutes, puis ils s'éteignirent insensiblement, comme il arrive à un nuage qui se réduit à rien. Mais, pour revenir aux deux autres trombes, comme elles passèrent du côté du nord, le long du vaisseau, à la distance de 1 mille, je pus faire de nouvelles observations plus exactes encore. La pointe de la trombe la plus grande avait environ 3 perches de diamètre, puis elle croissait rapidement à mesure qu'elle montait. La matière de la trombe me paraissait parfaitement semblable à celle du nuage, et sa transparence permettait de voir que l'intérieur était entièrement vide. On entendait, de la manière la plus distincte, le bruit de l'air qui, tombant d'aplomb du haut de la trombe, frappait avec force la mer, l'obligeant à se creuser et soulevant autour de la cavité un voile écumeux haut de plusieurs pieds. La superficie de la cavité bouillonnait, écumait et était emportée par un mouvement circulaire, tous effets dépendant de l'impulsion de l'air. Des phénomènes semblables avaient lieu dans la trombe la plus petite.

» Pendant ce temps-là le nuage orageux était arrivé à notre zénith, sans donner une goutte d'eau; il était sillonné d'éclairs accompagnés de coups de tonnerre très-brusques. A l'endroit où se détachaient les trombes (et ce fut toujours à la tumeur noire du nuage), à cet endroit, dis-je, le nuage se mouvait avec une grande rapidité en cercle, à la manière d'un dévidoir, et ce mouvement en tourbillon se voyait encore plus clairement dans divers points des trombes. La plus grande trombe dura vingt-sept minutes, la plus petite dix-huit; et la durée eût été vraisemblablement plus longue si le vent, en les courbant trop, ne les eût à la fin rompues dans la partie supérieure.

» Aussitôt que les colonnes furent rompues, les deux portions de la mer qui étaient au-dessous perdirent subitement leurs cavités, leurs voiles écumeux s'aplatirent et redevinrent aussi calmes que le restant de la mer. Les arcs rompus des trombes continuèrent pendant quelque temps à se faire voir, la partie supérieure restant attachée aux nuages, l'inférieure devenant le jouet du vent. »

» Spallanzani n'avait pas une idée nette du mécanisme intérieur de ces tourbillons; l'air n'en sort pas à la manière d'un soufflet, mais par une suite de spires descendantes. Mais, sauf ce point, sur lequel l'observation ne pouvait l'éclairer immédiatement, la description est parfaite et bien digne de ce grand observateur. Comme Spallanzani cite à ce propos les *Suppléments* de Buffon, je me suis empressé de recourir à cette source. Buffon n'a pas observé lui-même de trombes, mais il a travaillé sur d'excellents documents que lui transmettaient ses correspondants, et en particulier M. de

la Nux, bien connu des astronomes, qui avait eu de fréquentes occasions d'observer ces phénomènes à Bourbon.

« Chaque trombe, dit Buffon, est formée par un tourbillon d'air qui s'engouffre entre les nuages, et, boursouflant le nuage inférieur, le perce et descend avec son enveloppe de matière visqueuse. Et comme les trombes qui sont complètes descendent depuis les nuages jusque sur la surface de la mer, l'eau frémira, bouillonnera, tourbillonnera à l'endroit vers lequel le bout de la trombe sera dirigé, par l'effet de l'air qui sort de l'extrémité de la trombe comme du tuyau d'un soufflet. Les effets de ce soufflet sur la mer augmenteront à mesure qu'il s'en approchera et que l'orifice de cet espèce de tuyau, s'il vient à s'élargir, laissera sortir plus d'air. On a cru mal à propos que ces trombes enlevaient l'eau de la mer et qu'elles en renfermaient une grande quantité. Ce qui a fortifié ce préjugé, ce sont les pluies ou plutôt les averses qui tombent souvent aux environs des trombes. Le canal du milieu de toutes ces trombes est toujours transparent, de quelque côté qu'on le regarde. Si l'eau de la mer paraît monter, ce n'est pas dans ce canal, mais seulement dans ses côtés. Presque toutes les trombes souffrent des inflexions, et ces inflexions se font souvent en sens contraire, en forme d'S, dont la tête est au nuage et la queue à la mer. Les espèces de trombes dont nous venons de parler ne peuvent donc contenir de l'eau ni pour la verser à la mer, ni pour la monter au nuage. Ainsi les trombes ne sont à craindre que par l'impétuosité de l'air qui sort de leur orifice inférieur, car il paraîtra certain à tous ceux qui auront l'occasion d'observer ces trombes qu'elles ne sont composées que d'un air engouffré dans un nuage visqueux et déterminé par son tournoiement vers la surface de la mer. »

» Est-il nécessaire d'ajouter qu'il n'y a pas à distinguer entre les trombes de mer et celles de terre, entre les tourbillons qui agissent sur l'eau, le sable ou la poussière? N'est-ce pas toujours et partout le même mécanisme, que je crois avoir rendu si clair en le rapprochant des tourbillons de nos cours d'eau et en montrant qu'ils sont, comme ceux-ci, susceptibles d'une définition géométrique? Quant aux mouvements confus et tumultueux qui se produisent au-dessus des foyers en combustion et que m'objecte M. Colladon, ils ont un tout autre caractère, et si l'on veut y trouver à toute force l'apparence grossière d'une forme géométrique que les vrais tourbillons réalisent si complètement, ce sera tout l'opposé, c'est-à-dire celle d'un cône placé sur sa base et non sur sa pointe. Telle serait aussi la figure des tourbillons de poussière si ces phénomènes, étudiés par M. R. Pictet et par M. Colladon, avaient l'origine et l'allure que ces deux savants leur attribuent. Ajoutons qu'une gyration rapide et régulière, comme celle que les petits tourbillons de poussière présentent effectivement, ne saurait se produire s'il s'agissait de la simple ascension d'une petite masse d'air légèrement échauffée. »

CHIMIE. — *Remarques sur la Note de M.* Wurtz *relative à l'hydrate de chloral;* par M. **Berthelot**.

« L'hydrate de chloral existe-t-il à l'état gazeux? Cette question est fort discutée depuis plusieurs années, non sans quelque parti pris systématique, qui fait accueillir avec complaisance tout argument destiné à nier l'existence de ce composé; sans laisser peut-être aux auteurs de cette thèse négative une préoccupation suffisante des causes d'erreur, des contre-épreuves nécessaires et de la critique des démonstrations.

» Ayant été amené, il y a quelques années, à étudier ce même problème ([1]), dont aucune opinion théorique ne m'obligeait d'ailleurs à préjuger la solution, j'avais cherché d'abord si la vapeur de chloral et la vapeur d'eau, échauffées à une même température dans des serpentins distincts, puis réunies dans un même récipient, dégagent de la chaleur. C'était un procédé qui m'avait parfaitement réussi pour manifester la chaleur produite dans la décomposition de l'acide formique gazeux. Mais celle-ci est notable, et l'on n'en recueille par cette voie qu'une faible fraction ([2]). Aussi n'ai-je pas tardé à reconnaître que le même procédé cesse d'être applicable, lorsque la chaleur dégagée est peu considérable; comme il arrive pour la formation de l'hydrate de chloral gazeux. La masse des enceintes et celle des bains liquides ou gazeux qui maintiennent ces enceintes à une température fixe absorbent toute la chaleur dégagée et rétablissent aussitôt l'équilibre de température. C'est ce que l'on peut constater en opérant à blanc, avec deux gaz manifestement inertes et pris soit à une température identique, soit à deux températures différentes. Quand les appareils sont disposés de façon à rendre les observations sensibles, le thermomètre oscille sans cesse, en raison des causes de refroidissement inhérentes à ce genre d'expériences. Le thermomètre au contraire devient-il fixe, c'est en raison de certaines dispositions qui détruisent la sensibilité des mesures.

» En un mot, la chaleur perdue continuellement par rayonnement, contact ou conductibilité dans le système, est beaucoup plus considérable que la quantité que l'on cherche à constater et elle atteint l'ordre des limites

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 536.

([2]) La température s'élève au plus de 8° à 10° dans la boule, entourée cependant d'une enceinte d'air; tandis qu'elle devrait monter de près de 100°, si les enceintes n'absorbaient pas la chaleur dégagée.

d'erreur possibles : circonstance que les physiciens ont coutume d'écarter de leurs expériences. C'est pourquoi, après bien des essais et des séries d'observations thermométriques attentives, dont j'ai gardé les Tableaux dans mes cahiers d'expériences, mais qui ne me laissaient que des doutes, j'ai cru devoir renoncer à des épreuves qualitatives si incertaines, telles que celles que l'on peut faire dans des milieux maintenus artificiellement à une haute température, et je me suis renfermé dans les déterminations quantitatives, faites dans les conditions rigoureuses des calorimètres, à la température ambiante.

» Je pense que mon savant confrère M. Wurtz ne tardera pas à reconnaître la justesse de ces remarques, quand il aura essayé d'évaluer numériquement les limites de ses erreurs, suivant l'usage des physiciens, soit par la méthode signalée plus haut, soit par quelque autre équivalente.

» Je demande la permission de rappeler ici quelles règles il convient d'observer dans cet ordre de questions.

» Les appareils ne peuvent guère fournir que des indications négatives, lorsque le vase à réaction est immergé directement au sein d'un bain liquide, comme il arrive dans les expériences de M. Wurtz : la masse du bain, plusieurs milliers de fois aussi grande que celle des gaz qui remplissent le vase, absorbe presque toute la chaleur dégagée. C'est en vain qu'on renouvelle ces gaz ([1]), l'effet thermique qu'ils développent étant compensé à mesure par l'afflux indéfini de la chaleur apportée au bain d'eau bouillante par une source extérieure; cet afflux incessant et la vaporisation continuelle de l'eau constituent des conditions spécialement impropres à des essais aussi délicats.

» Pour fournir des résultats sérieux, le vase où se produit la réaction des gaz doit être enveloppé lui-même d'une atmosphère gazeuse, dont la masse soit comparable à celle des gaz eux-mêmes : c'est ce que M. H. Sainte-Claire Deville avait réalisé, par l'emploi de la vapeur de mercure, dans l'expérience célèbre par laquelle il a constaté la chaleur que dégage la formation du chlorhydrate d'ammoniaque gazeux. C'est aussi ce que j'avais pris soin d'observer dans mes recherches sur l'acide formique, en entourant la boule à réaction d'une enveloppe sphérique soudée, formant une enceinte d'air non renouvelable.

([1]) La masse maximum employée par M. Wurtz, dans l'espace de cinq minutes, soit 25^{gr} d'hydrate de chloral supposé gazeux, représente tout au plus 5^{gr} à 6^{gr} d'eau ; c'est-à-dire 1 millième environ de la masse thermique d'un bain-marie, renfermant cinq litres d'eau.

» Si notre savant confrère, je le répète, veut bien étudier ses erreurs d'expérience et nous en fournir le tableau, suivant l'usage des physiciens, en employant une méthode facile et indépendante de toute hypothèse, telle que celle qui consisterait à mélanger à volumes égaux, dans la boule maintenue vers 100°, d'une part un gaz échauffé dans le serpentin, et d'autre part un gaz inerte par rapport au premier et pris à la température ambiante, il reconnaîtra, comme je l'ai fait moi-même autrefois, que les limites des erreurs possibles, même avec un appareil à double enceinte, sont beaucoup plus grandes, vingt fois par exemple, que la quantité dont il aurait pu espérer constater l'existence.

» J'ajouterai, en terminant, que diverses observations, publiées dans mon Mémoire, établissent que la combinaison entre la vapeur du chloral anhydre et l'eau, au voisinage de 100°, n'est pas instantanée; tandis que la vapeur de l'hydrate de chloral préexistant reproduit instantanément, par sa condensation, l'hydrate cristallisé. Ces circonstances, observées en dehors de la discussion actuelle, montrent que les deux systèmes ne sont pas identiques dès les premiers instants du mélange; elles suffisent à elles seules pour ôter toute portée à la nouvelle démonstration, alors même que celle-ci conserverait quelque signification physique. »

PHYSIOLOGIE. — *Effets sécrétoires et circulatoires produits par la faradisation des nerfs qui traversent la caisse du tympan.* Note de M. A. **Vulpian.**

« M. Heidenhain a montré que les éléments nerveux excito-sécréteurs destinés à la glande parotide proviennent du rameau de Jacobson, comme l'avait indiqué Loeb en 1869. On parvient, non sans difficulté, en disséquant sur le chien le nerf glosso-pharyngien jusqu'à la base du crâne, à atteindre le rameau de Jacobson et à le soumettre à l'action de courants faradiques. J'ai répété cette expérience de M. Heidenhain, et j'ai vu, de même que lui, se produire, sous l'influence de la faradisation de ce rameau, une sécrétion abondante de la salive parotidienne, qui s'écoule alors goutte à goutte, assez rapidement, par le tube introduit et fixé dans le canal de Sténon.

» On sait que le rameau de Jacobson pénètre dans la caisse du tympan et qu'un des six filets nerveux qu'il donne, le nerf pétreux profond et externe, va se rendre au nerf petit pétreux superficiel, puis au nerf auriculo-temporal, qui le conduit dans la glande parotide.

» Ainsi, le nerf sécréteur de la glande parotide se trouve, pendant une certaine partie de son trajet, dans la caisse du tympan. D'autre part, la corde du tympan traverse aussi cette même cavité. Il était donc probable que l'on pourrait électriser à la fois, dans la caisse du tympan, la corde du tympan, c'est-à-dire le nerf excito-sécréteur de la glande sous-maxillaire et de la glande sublinguale, et le rameau de Jacobson ou le filet pétreux profond externe, c'est-à-dire le nerf excito-sécréteur de la glande parotide.

» Cette présomption a été confirmée par des expériences faites sur des chiens curarisés et soumis à la respiration artificielle. Si l'on introduit un excitateur dans la caisse du tympan par le conduit auditif externe et en perforant la membrane du tympan, et si, après avoir appliqué l'autre excitateur sur un point quelconque de la peau de l'animal, on fait passer un courant induit, saccadé, par ces deux excitateurs, on provoque une sécrétion active de la glande parotide et de la glande sous-maxillaire du même côté; la salive s'écoule rapidement par les tubes fixés dans le conduit de Sténon et dans le conduit de Wharton. La glande sublinguale et la glande de Nuck sécrètent aussi sous cette influence, mais leur sécrétion est bien moins abondante. On observe souvent aussi un certain degré d'augmentation de la sécrétion lacrymale du même côté.

» La suractivité de la sécrétion de la glande parotide et de la glande sous-maxillaire peut être entretenue pendant longtemps par la faradisation ainsi faite des nerfs qui traversent la caisse du tympan.

» Cette faradisation détermine aussi des phénomènes vaso-dilatateurs très accusés. Je laisse de côté ceux qui se manifestent dans les glandes salivaires, pour m'occuper surtout de ceux qui se produisent dans la cavité buccale. Après une faradisation de la caisse du tympan pendant quinze à vingt secondes à l'aide d'un courant de moyenne intensité, on constate une congestion vive de toute la moitié de la langue du côté correspondant et du plancher buccal du même côté. La membrane muqueuse de la langue et du plancher buccal devient d'un rouge vif, les vaisseaux visibles se dilatent, la température de toute la région congestionnée s'élève.

» J'ai montré ces phénomènes à mon Cours, et j'avais pu les expliquer facilement, en partie du moins, puisque j'ai fait voir, il y a plusieurs années, que la faradisation du bout périphérique du nerf lingual uni à la corde du tympan détermine une vive congestion de la moitié de la langue dans la région située en avant du V des papilles caliciformes.

» Je n'avais pas examiné alors les autres régions de la cavité buccale. Plus récemment j'ai répété les expériences de MM. Jolyet et Laffont sur le

nerf maxillaire supérieur. Ces expérimentateurs ont vu que l'excitation du bout périphérique de ce nerf coupé provoque une congestion plus ou moins intense des muqueuses nasale, labiale et gingivale du côté correspondant et une élévation de la température de ces membranes ; ils ont constaté en même temps une augmentation de la pression sanguine dans l'artère maxillaire interne. J'ai pu facilement m'assurer de l'exactitude des faits publiés par MM. Jolyet et Laffont, du moins en ce qui concerne la rougeur des membranes muqueuses dont il vient d'être question et l'élévation de température des parties congestionnées ; je n'ai pas fait d'expériences relatives à l'élévation de la pression dans l'artère maxillaire interne. Ces physiologistes se sont demandé, entre autres suppositions, si ces fibres ne proviendraient pas du rameau de Jacobson, et ils disent qu'une de leurs expériences parlerait dans ce sens.

» J'ai été ainsi conduit à rechercher quel serait l'effet de la faradisation du rameau de Jacobson, soit à la base du crâne, soit dans la cavité du tympan, sur la circulation de la membrane muqueuse de la cavité buccale. Le passage de courants induits, saccadés, par le rameau de Jacobson, à l'endroit où il se sépare du nerf glosso-pharyngien, détermine une légère rougeur de la membrane muqueuse des lèvres, surtout de l'inférieure, de la membrane muqueuse de la joue, des gencives, du plancher buccal et de la moitié de la langue, le tout du côté où l'on pratique la faradisation. Cette rougeur est bien visible, si l'on examine comparativement les deux côtés de la cavité buccale. On observe en même temps une légère augmentation de la chaleur des parties congestionnées. Il faut noter qu'il est difficile de ne pas électriser le ganglion cervical supérieur en même temps que le glosso-pharyngien et le rameau de Jacobson ; il faudrait, pour connaître d'une façon exacte le degré d'action de l'excitation de ce dernier rameau sur la circulation de la membrane muqueuse de la bouche, exciser préalablement le ganglion cervical supérieur ; je me propose de faire prochainement cette expérience.

» La faradisation du rameau de Jacobson, à la base du crâne, ne m'a pas paru provoquer la moindre congestion de la peau des lèvres, qu'on avait eu soin de raser. Le cerveau ayant été mis à nu sur un chien, il a semblé qu'il se produisait un certain degré de dilatation des vaisseaux de la pie-mère au début de la faradisation.

» Si l'on électrise, au moyen de courants induits, l'intérieur de la caisse du tympan, les effets sont bien autrement prononcés. Après une faradisation de vingt à trente secondes, pendant laquelle on a pu voir le rebord

de la lèvre inférieure rougir notablement, on constate, en examinant l'intérieur de la cavité buccale, une rougeur intense de la face interne des lèvres, de la joue, des gencives du côté de l'expérience ; la moitié correspondante de la langue et du plancher buccal est vivement congestionnée ; la congestion s'étend jusqu'à l'épiglotte depuis la pointe de la langue ; le palais et le voile du palais, dans toute la moitié du même côté, sont rouges. Le repli muqueux étendu en arrière de l'arcade dentaire supérieure à l'arcade dentaire inférieure est souvent la partie la plus congestionnée. La rougeur du palais et du voile du palais, celle de la langue, s'arrêtent assez exactement à la ligne médiane ; la congestion de la membrane muqueuse de la lèvre supérieure dépasse quelquefois cette ligne et se propage à une petite étendue de l'autre côté. La conjonctive oculaire du même côté est toujours plus rouge que celle de l'autre côté ; parfois la différence est considérable. La peau de la joue, des lèvres et du nez peut présenter aussi de la congestion ; mais c'est là un phénomène moins constant et certainement bien moins marqué que les effets vaso-dilatateurs offerts par la membrane muqueuse buccale. Il se produit, en outre, un léger degré de congestion de la substance grise cérébrale et un peu de dilatation des vaisseaux de la pie-mère qui la revêt.

» La congestion produite ainsi dans les diverses régions que je viens d'énumérer est d'une courte durée ; elle a souvent disparu d'une façon complète au bout de quelques minutes ; on peut alors la faire reparaître en renouvelant la faradisation de la caisse du tympan.

» Ces divers effets de dilatation vasculaire doivent-ils être attribués à l'excitation centrifuge, par les courants faradiques, de fibres vaso-dilatatrices vraies ? Il me paraît incontestable que certains de ces effets sont dus à l'excitation de véritables fibres nerveuses vaso-dilatatrices ; c'est de cette façon que l'on doit vraisemblablement expliquer la rougeur de la moitié antérieure de la langue et celle du plancher buccal, observées du côté où l'on a pratiqué la faradisation. C'est l'électrisation de la corde du tympan qui a sans doute provoqué cette congestion. Mais la congestion de la région de la langue située en arrière du V des papilles caliciformes, comment l'attribuer à l'électrisation de fibres vaso-dilatatrices centrifuges contenues dans le rameau de Jacobson, puisque l'expérience a démontré que les fibres vaso-dilatatrices de cette partie de la langue sont contenues dans la partie périphérique du nerf glosso-pharyngien ? La rougeur de la membrane muqueuse des joues, des gencives, du palais, celle de la conjonctive oculaire, sont-elles produites par action vaso-dilatatrice directe ou par action vaso-dila-

tatrice réflexe? Les expériences de MM. Jolyet et Laffont doivent être prises en sérieuse considération dans l'examen de ces questions, mais elles ne me paraissent pas tout à fait décisives. Il y a là encore matière à d'intéressantes explorations physiologiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Note complémentaire sur la théorie des battements du cœur et des artères, et sur leur enregistrement;* par M. **Bouillaud.**

« Il règne sur les battements du cœur et des artères deux théories, celle de Harvey, l'immortel inventeur de la *circulation du sang,* et une autre que j'appellerai *moderne.*

I. — Théorie de Harvey.

» I. *Quel est le mouvement du cœur?* — Si l'on met à découvert les cœurs des animaux encore vivants, on observe que le cœur parfois se meut, parfois se repose, qu'il est un *temps* pour son mouvement et qu'il en est un autre pour son repos. Ces phénomènes, manifestes dans les cœurs des animaux à sang froid, deviennent plus manifestes encore dans les cœurs des animaux à sang chaud.

» Dans le temps où le cœur se meut, on remarque avant tout trois choses:

» 1° Le cœur se redresse et sa pointe s'élève;

» 2° Il se contracte de toute part, mais principalement sur ses côtés;

» 3° Il se durcit, ainsi qu'on peut s'en assurer en le prenant dans la main.

» De ces observations, il est conforme à la raison de conclure que le cœur se contracte, à la manière des muscles, et que, en se contractant selon ses ventricules, il projette le sang qu'ils contiennent. D'où il suit, contrairement aux opinions vulgairement reçues, que le mouvement dans lequel le cœur frappe la poitrine est la *systole* et non la diastole, et que le mouvement propre du cœur n'est pas la diastole, mais la systole.

» Et il ne faut pas admettre, malgré le fait rapporté par le *divin* Vésale pour le confirmer, que le cœur se meut seulement selon ses fibres droites, que son sommet s'approche ainsi de la base, que ses côtés se distendent en manière de boule (*in orbem*), que ses cavités se dilatent et que ses ventricules, prenant la forme d'une ventouse, attirent le sang dans leur intérieur.

» Et il n'est pas vrai, comme on le croit vulgairement, que le cœur, *par aucun mouvement de distension qui lui soit propre,* attire le sang dans les ventricules; en effet, pendant qu'*il se meut et se tend,* il expulse le sang, et, pendant qu'*il se relâche et se détend,* il reçoit le sang.

» Cette description, dans certains points, se rapporte au cœur tout entier, et, dans d'autres qui sont les principaux, à sa portion ventriculaire spécialement. Parmi ceux-ci, il faut surtout signaler celui dans lequel Harvey, décrivant le *temps où le cœur se meut,* dit que cet organe se redresse, frappe contre la poitrine, que sa pointe s'élève et que les artères se dilatent, battent, comme il l'expose dans le Chapitre suivant. Tous ces phénomènes annoncent, avec la plus éclatante évidence, qu'il s'agit ici de la systole ou de la contraction de la portion ventriculaire du *cœur.* Cependant c'est sous le nom de *mouvement du cœur,* au lieu de *mouvement des ventricules du cœur,* que Harvey décrit cet ensemble de phénomènes. Donc, dans ce passage, le nom *simple* de cœur signifie ventricules du cœur, et le nom du *tout* est donné à la *partie.*

» Pour plus d'exactitude, donnons à ces deux parties leur véritable nom et disons que, dans le temps où les ventricules du cœur se meuvent, c'est-à-dire se contractent, puisque, selon Harvey, ils n'ont aucun autre mouvement qui leur soit propre, on constate les trois phénomènes décrits par ce grand observateur.

» Puisque, au début de ce Chapitre, parlant du cœur en général, il dit qu'il est un temps où il se meut, se contracte, et qu'il en est un autre où par conséquent il se repose, comme s'il était en état de mort (*ut in morte*) et gît (*jacet*) flasque et relâché ; puisque, je le répète, Harvey s'exprime ainsi, il semble, du moins au premier abord, très naturel et rationnel d'en conclure que, en décrivant le premier temps, celui dans lequel il entre en mouvement (*cor, eo tempore quo movetur*), il a dû considérer la portion du cœur dans laquelle se passe le mouvement qu'il décrit comme étant celle par où commence le jeu et en quelque sorte le branle de la merveilleuse machine.

» Or, comme cette portion du cœur est précisément la portion ventriculaire, si Harvey eût abondé dans le sens que nous indiquons ici, sa conclusion aurait été que le commencement de ce qu'il appelle le mouvement du cœur (*de motu cordis*) est la contraction de la portion ventriculaire de ce muscle creux.

» II. *Quel est le mouvement des artères?* — Dans le même temps où se font la tension, la contraction, la systole du cœur, avec percussion contre la poitrine, les artères se dilatent, donnent une pulsation et *sont dans leur diastole.*

» Quand le ventricule gauche cesse de battre, cesse aussi le battement *des artères,* et de même, le ventricule droit cessant de battre, la *veine arté-*

rieuse (artère pulmonaire) cesse aussi de battre, et toutes les artères battent en même temps, sans en excepter les plus éloignées du cœur.

» Contrairement aux dogmes communément reçus, il est donc manifeste que la diastole des artères a lieu en même temps que la systole des ventricules du cœur, et que ces artères se distendent et se remplissent par l'*immission* ou l'*intrusion* du sang au moyen de la constriction des ventricules, et qu'elles ne se remplissent pas parce qu'elles se distendent comme des soufflets, mais qu'elles se distendent comme des outres, parce qu'elles se remplissent.

» III. *Quel est le mouvement du cœur et des oreillettes?* — Les deux oreillettes se meuvent simultanément, et les deux ventricules se meuvent simultanément, et voici comment cela se passe.

» Les deux mouvements, l'un des oreillettes, l'autre des ventricules eux-mêmes, ont lieu presque dans le même temps, mais non tout à fait simultanément. En effet, le mouvement des oreillettes précède et celui des ventricules suit (*subsequitur*); et le mouvement commence par les oreillettes et paraît s'avancer (*progredi*) vers les ventricules. Toutefois, le sang n'entre pas dans les ventricules par une *attraction* ou une *distension* de leur part, mais parce qu'il y est envoyé par l'impulsion (*pulsu*) des oreillettes.

» Il faut noter que ce que j'appelle (dit Harvey), et dans les oreillettes et dans les ventricules, des pulsations, sont des contractions, et que d'abord on voit les oreillettes se contracter, et consécutivement les ventricules eux-mêmes.

» Quant aux oreillettes, elles se remplissent, comme un réservoir, de sang, le sang y découlant spontanément (*sponte*), et poussé vers le centre par le mouvement des veines. Chez les poissons, les grenouilles et autres animaux semblables, dont le cœur n'a qu'un ventricule et qui ont pour oreillette une espèce de vessie située à la base du cœur, regorgeant de sang, on voit cette vessie se contracter d'abord, puis survenir très *clairement* (*apertissime*) la contraction du ventricule.

» Mais (dit Harvey) il m'a paru que c'était le lieu de consigner ici des faits observés par moi, qui sont contraires à ceux qui viennent d'être exposés. Le cœur de l'anguille, de certains poissons et même d'autres animaux, extrait sans ses oreillettes, bat encore; bien plus, si vous le découpez en morceaux, vous verrez ces morceaux se contracter séparément et se relâcher, *de telle sorte qu'après la cessation du mouvement des oreillettes, le corps du cœur donne des battements et palpite* (*pulsum faciat et palpitet*.

» Il y a dans ce Chapitre trois propositions d'une importance capitale, que nous allons discuter avec la plus profonde et la plus sérieuse attention.

» La *première* est celle-ci : dans une révolution du cœur, « des deux » mouvements alternatifs de l'oreillette et du ventricule, le premier est » celui de l'oreillette et le second est celui du ventricule, qui suit de si près » le premier, qu'ils semblent avoir lieu dans le même temps et n'en former » qu'un seul. »

» Là, se présente la contradiction signalée un peu plus haut, savoir que, d'après le Chapitre II, la révolution du cœur tout entier commencerait par la systole ventriculaire, tandis que, d'après le Chapitre actuel (IV), elle commencerait par une systole auriculaire. Cette contradiction a complètement échappé à l'attention de Harvey, et, en définitive, il enseigne, d'une manière générale, dans le Chapitre V, que le commencement d'une révolution du cœur est la systole auriculaire. C'est ce que nous examinerons tout à l'heure, après avoir analysé ce Chapitre.

» La *seconde* des propositions que nous discutons actuellement est celle-ci : « C'est par l'impulsion des oreillettes, et non par l'attraction ou » la distension des ventricules, que le sang pénètre dans la cavité de » ceux-ci. »

» Mais on ne trouve point dans l'ouvrage de Harvey des expériences démontrant que l'*attraction et la distension* du cœur ventriculaire ne prennent aucune part à cette action. Il existe, au contraire, en grand nombre, des expériences prouvant que la distension *active* ou *attractive* des ventricules constitue une cause puissante du passage du sang dans leur cavité.

» Quant à cette troisième proposition, que toutes les pulsations ventriculaires sont dues aux contractions auriculaires, Harvey a bien voulu éviter à ses admirateurs la peine de la réfuter, en reconnaissant, avec une candeur digne de son génie, que, après avoir été extrait, sans ses oreillettes, le corps du cœur, c'est-à-dire sa portion ventriculaire, même coupée par morceaux, continue à *battre et palpite*.

» La *dernière* proposition qui nous reste à discuter est celle-ci : « Les » oreillettes se remplissent de sang par un mouvement des veines qui le » poussent vers le centre, et par une sorte d'*inclination spontanée* de ce li- » quide (*declinante sponte sanguine*). »

» Il est difficile assurément d'admettre, avec Harvey, que chez l'homme, dont la veine cave inférieure s'ouvre dans l'oreillette droite, le sang ait une sorte de penchant vers celle-ci. Au reste, si l'on place le cœur d'un

animal de manière que le sang ne puisse pénétrer dans la cavité des oreillettes que de bas en haut, c'est-à-dire contre l'*effort* de la pesanteur, il n'y pénètre pas moins, en vertu d'un mouvement d'attraction ou d'aspiration des plus manifestes.

» IV. *Mouvement, action et fonction du cœur.* — Le mouvement du cœur, dit Harvey, se fait de cette manière : l'oreillette se contracte et projette le sang qu'elle contient dans le ventricule ; les ventricules se contractent à leur tour, battent et lancent le sang dans les artères (le ventricule droit dans celles des poumons, et le ventricule gauche dans les artères du corps tout entier).

» Ces deux mouvements, comme avec harmonie et rythme, se suivent de telle sorte que tous deux semblent se faire en même temps, et n'en constituer en apparence qu'un seul.

» Voilà, en résumé, quel est, pour Harvey, tout ce que l'observation nous montre, dans le cours de ce que nous avons désigné sous le nom de *révolution* du cœur.

» D'après cet immortel inventeur de la circulation du sang, le cœur est le seul et unique moteur du sang, et il accomplit cette grande fonction au moyen de deux contractions dont l'une est celle de sa portion auriculaire, et dont l'autre est la contraction de sa portion ventriculaire.

» Essayons maintenant de trouver l'explication de cette contradiction de Harvey avec lui-même, que nous avons signalée plus haut.

» On ne se souvient pas assurément des expériences rapportées dans l'une de mes précédentes Communications, desquelles il résultait que le commencement d'une révolution du cœur n'était pas le même chez tous les animaux soumis à ces expériences. Chez les uns, en effet, cette révolution commençait par les contractions ventriculaires, tandis que chez les autres elle commençait par les contractions auriculaires. Rien ne fut négligé pour acquérir la certitude de ce fait, qui me surprit singulièrement, ainsi que les témoins compétents de nos expériences.

» Nous reconnûmes que les animaux chez lesquels la révolution du cœur commençait par les contractions ventriculaires étaient ceux qui, à l'exemple de l'homme, possédaient un cœur à deux ventricules, et que les autres animaux chez lesquels cette révolution du cœur commençait par les contractions auriculaires étaient ceux dont le cœur n'avait qu'un seul ventricule, tels que les grenouilles, la tortue, etc.

» Or, les animaux sur lesquels Harvey avait pratiqué ses nombreuses expériences appartenaient aux mêmes espèces que les nôtres, c'est-à-dire

aux animaux à sang froid et à sang chaud, à cœur monoventriculaire et à cœur biventriculaire.

» Il suffit donc maintenant, pour expliquer la contradiction qui se trouve entre le Chapitre deuxième et le Chapitre quatrième de l'Ouvrage de Harvey, relativement au temps où commence le *mouvement du cœur*, d'admettre que, dans le Chapitre deuxième, les expériences avaient été faites sur des animaux à sang chaud, et qu'elles avaient été faites sur des animaux à sang froid dans le quatrième.

» Mais que l'on prenne soin de lire attentivement les passages où Harvey rapporte les expériences sur lesquelles il se fonde pour démontrer que le mouvement du cœur commence par la contraction des oreillettes, et l'on se convaincra que les animaux qui furent soumis à ces expériences appartenaient à l'espèce de ceux dont le cœur est monoventriculaire et dont le sang est froid.

II. — Théorie moderne.

» I. *Cœur.* — Chez l'homme et les animaux dont le cœur est à deux ventricules et à deux oreillettes, une révolution de cet organe se compose de deux mouvements et de deux repos. Dans l'un des mouvements de ces quatre parties du cœur, connu sous le nom de *systole* ou de *contraction*, le sang est *expulsé* des cavités qui le contiennent; dans l'autre de ces mouvements, connu sous le nom de *diastole* ou de *dilatation,* le sang est *aspiré* dans ces mêmes cavités.

» Les mouvements de systole ou de contraction des ventricules et des oreillettes du cœur sont *ordonnés* de telle sorte, que les systoles des uns sont isochrones aux diastoles des autres (et réciproquement), et que les systoles et les diastoles des deux moitiés ou côtés du cœur sont également isochrones.

» Les repos du cœur, sous le rapport de leur succession, sont *ordonnés* selon le même *rythme* que les mouvements.

» La durée totale d'une révolution du cœur et celle de chacun des éléments, pour des conditions données, sont constantes ou fixes et ont été soumises au calcul.

» Cette description, sous le rapport des temps d'une révolution du cœur, diffère de celle de Harvey, en ce qu'elle les porte à quatre, tandis que, selon l'autre, il n'en existe que deux.

» La théorie moderne des mouvements du cœur diffère encore de celle de Harvey sous les rapports suivants. Selon celle-ci, il n'existe qu'un seul

mouvement propre de cet organe, à savoir la systole ou la contraction, et c'est par cet unique mouvement que le sang parcourt le cercle que lui a tracé le glorieux génie de Harvey.

» Selon la théorie moderne, il existe pour le cœur deux mouvements qui lui sont propres, savoir la contraction ou la systole ci-dessus indiquée et la diastole ou dilatation. Cette dernière est *active*, à sa manière, comme la systole, à la sienne.

» II. *Artères.* — Ainsi que les ventricules du cœur, elles présentent un double mouvement de systole et de diastole et un double repos; mais, par rapport aux temps dans lesquels ils ont lieu, ils sont inverses l'un de l'autre, condition essentiellement nécessaire à leur fonctionnement dans la grande opération de la circulation du sang.

» La systole des artères est visible et palpable, bien que moins forte que la diastole, à l'inverse de ce qui a lieu pour le cœur, dont la diastole est beaucoup moins forte que la systole.

» Que la systole des artères ait pour cause, soit l'élasticité de celui de leurs tissus qui a emprunté son nom à cette faculté, et sur lequel M. Chevreul a fait de si belles recherches, soit l'action des nerfs artério-moteurs, soit le concours de ces deux éléments, son existence est rigoureusement démontrée et constitue une condition nécessaire de la circulation du sang.

III. — Enregistrement des battements du coeur et des artères.

» Que si les appareils de M. Marey, en ce qui concerne les battements des artères (appareils inventés à l'époque où le pouls *dicrote* était universellement considéré comme essentiellement *anomal*), donnent une fidèle image de ces battements, sous ce rapport, il faut qu'il y ait dans les tracés du pouls normal un élément de moins que dans ceux où le pouls est dicrote, car, si le pouls *dicrote* est un pouls anomal, le pouls normal doit être *monocrote*.

» Je laisse à mon savant confrère le soin d'en décider. Mais si, d'après le sphygmographe qu'il a inventé, le pouls artériel normal ne donne qu'un seul signe de battement, ce qui est diamétralement opposé à la théorie nouvelle des battements des artères, il en résultera nécessairement ou que cette théorie n'est pas exacte, ou que l'instrument inventé pour la décrire ne l'est pas.

» Encore une fois, j'en appelle à M. Marey sur cette importante question, où son autorité est si grande. Dans le cas où il prononcerait cet arrêt, savoir que son instrument représente exactement les mouvements artériels, et

qu'il n'existe pas de *dicrotisme* à l'état normal, il donnerait gain de cause à la théorie de Harvey, et condamnerait celle qui a reconnu dans les artères un double mouvement de diastole et de systole. Mon savant confrère conviendra volontiers qu'il m'en coûtera quelque chose pour me soumettre à cette condamnation. Mais si la vérité doit m'être plus chère que Platon lui-même, certes, elle doit aussi m'être plus chère que ma propre et vaine opinion. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Origines de la grêle et constatation de trombes où l'air est aspiré de bas en haut;* par M. **Colladon.**

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie un Mémoire que je viens de publier sur les origines de la grêle et sur la constatation des trombes d'une durée notable où l'air est aspiré de bas en haut. Tout en admettant, avec M. Faye, la possibilité que certaines chutes de grêle soient dues à des tornados et à des trombes d'air descendantes qui peuvent les accompagner, je ne crois pas que cette origine soit générale ou la plus habituelle, et j'en signale une autre, qui me semble coïncider d'une manière remarquable avec la plupart des faits, et qui, de plus, est appuyée de preuves expérimentales.

» Une partie de mes idées théoriques se trouve déjà exposée dans une Notice que j'ai adressée à l'Académie au mois d'août 1875. Elles reposent essentiellement sur l'existence universellement reconnue d'un courant d'air vertical de haut en bas, qui accompagne les fortes averses de pluie ou de grêle, et qui a été quelquefois désigné sous le nom de *vent de pluie, d'orage ou de grêle*. Plusieurs météorologistes s'accordent à reconnaître la cause de ce vent vertical dans l'air qu'entraînent de haut en bas les averses d'eau ou de grêle. Le même effet se produit à la base de toutes les grandes cascades.

» Il n'est pas besoin de démontrer longuement que cet air, entraîné d'une manière permanente au-dessous des nuées pluvieuses, doit être remplacé, afin qu'un vide ne se produise pas dans les points d'où il est parti; mais cette question n'a été abordée que partiellement, et les quelques auteurs qui s'en sont préoccupés ont admis que l'air expulsé se remplaçait par des filets d'air affluents, soit par la base, soit par les flancs de la colonne de grêle ou de pluie, c'est-à-dire *par de l'air nouveau, venant de points situés au-dessous des nuées orageuses*.

» Aucun auteur, je crois, n'a affirmé que ce flux d'air nouveau doit pro-

venir essentiellement des couches atmosphériques qui enveloppent la partie supérieure du nuage. Représentons-nous une colonne de grêle comme une de celles du 7 ou du 8 juillet 1875 [1]; elle descend d'une hauteur d'au moins 2000^m; sa largeur moyenne est de 6^{km} à 7^{km}, et sa profondeur horizontale dans la direction de la marche dépasse cette largeur; la colonne d'air refoulée du haut en bas a nécessairement les mêmes dimensions. Pour qu'un vide ne se fasse pas dans la nuée, au-dessus du centre de la colonne, il faudrait, si l'air nouveau devait arriver par la base ou par les flancs, qu'il parcourût un chemin de 2^{km} à 3^{km}, en luttant, pendant tout ce trajet, contre les gouttes de pluie ou les grains de grêle qui tenteraient de l'entraîner vers le bas.

» N'est-il pas incomparablement plus logique d'admettre que les couches d'air appelées pour remplir ce vide partiel sont celles qui se trouvent les plus voisines, et par conséquent celles qui enveloppent le groupe orageux et dont la plus grande distance doit rarement dépasser quelques centaines de mètres?

» La théorie que je présente me semble s'adapter très bien au plus grand nombre des cas de grêle. Cette arrivée de l'air supérieur doit produire les trois effets suivants :

» 1° Renouveler, après chaque éclair, la tension électrique des nuées supérieures et rendre possible une longue série de nouveaux éclairs, partant de ces mêmes nuées.

» 2° Les diviser en de nombreuses masses, partiellement isolées par les couches d'air sec qui les pénètrent, ce qui explique comment, pendant les plus forts orages de grêle, on observe une multitude de coups de foudre qui vont d'une partie à une autre très voisine dans ces nuées orageuses, et ce qui, en modifiant les idées de Volta sur le ballottement des grêlons, permet d'admettre que ce ballottement existe et contribue à l'accroissement rapide des grêlons.

» 3° Cette même théorie explique le refroidissement et la congélation des particules et des gouttes liquides, lorsque ce courant d'air supérieur est à une température bien au-dessous de zéro, ou qu'il est chargé d'aiguilles de glace ou de particules d'eau à l'état de surfusion.

» Un fait intéressant, que j'ai eu l'occasion d'étudier, le 5 juin 1877, sur un nuage de grêle qui, se dirigeant du sud-ouest au nord-est, a passé sur

---

(1) *Voir* mes Communications à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 104, 445 et 480, séances des 12 juillet, 6 et 13 septembre 1875).

Genève et a cheminé sur le lac Léman dans la direction des environs d'Yverdon, où il a produit de grands dégâts, m'a fourni la confirmation de ce flux d'air qui entoure la partie supérieure des nuages à grêle.

» Peu de minutes après le passage de ce nuage orageux, le ciel s'était complètement éclairci au-dessus de la ville et permettait de voir très distinctement un vaste cumulus placé au-dessus du lac Léman et d'où s'échappaient deux colonnes de grêle. La partie inférieure de ce cumulus pénétrait dans l'intérieur d'un nimbus horizontal, et les parties supérieures de ce nimbus, les plus voisines du cumulus d'où s'échappait la grêle, présentaient à droite et à gauche une multitude de lambeaux nuageux fortement inclinés vers ce cumulus, et l'on apercevait, en même temps, de menus flocons cheminant avec vitesse vers ce même centre.

» Un autre fait, que je viens de découvrir dans une excursion en Valais, fournit une autre confirmation éminemment intéressante des idées théoriques que j'ai développées.

» Je suis allé étudier le 13 juin, accompagné de M. le professeur Pierre Dunant et de quelques autres personnes, les mouvements de l'air qui se produisent près du sommet des cascades lorsque le temps est calme. J'ai choisi, pour cette étude, la belle cascade de Pissevache, bien connue de tous les touristes qui visitent la Suisse. Un sentier taillé dans le rocher permet d'arriver jusque près du sommet et de franchir la cascade au moyen d'un petit tunnel taillé dans le roc. J'avais emporté de petits corps très légers, pour les faire lancer près du sommet de la cascade, lorsque, en examinant attentivement les parties supérieures de la chute d'eau, j'ai vu un phénomène bizarre qui, à ce qu'il paraît, n'avait jamais été aperçu ou du moins signalé avant cette visite.

» La partie supérieure de la cascade (environ $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ de sa hauteur totale, qui est de 70^{m}) était surmontée d'une multitude de petites gerbes de gouttes qui se mouvaient avec une vitesse absolue en sens contraire du mouvement de la cascade, c'est-à-dire qu'elles refluaient rapidement jusque vers son sommet.

» J'ai renouvelé longuement cette étude, dans la matinée du 9 juillet dernier. Ce jour-là, le volume d'eau était considérable et presque double de ce qu'il était le 13 juin précédent. Mes observations du 13 juin ont été complètement confirmées. Pour bien voir cet élégant et curieux phénomène, il faut s'élever, au moyen des sentiers taillés dans le roc, jusqu'aux $\frac{3}{4}$ ou aux $\frac{4}{5}$ de la hauteur de la cascade, et examiner de là ce qui se passe sur tout le dos supérieur de la chute, au-dessous de son point de départ. On distinguera facilement, tout près de sa surface, des millions de gouttes d'eau qui, cédant à l'aspiration puissante produite près du départ de la chute, remontent vers le sommet pour s'y engouffrer.

» Pour constater que ce mouvement ascendant n'est pas une apparence produite par le contraste, mais qu'il est bien réel et absolu, il faut se placer de manière que ces gouttes d'eau supérieures puissent se projeter sur les rochers qui s'avancent au delà de la cascade.

» On peut être surpris qu'un fait aussi remarquable, qui ne paraît pas difficile à distinguer une fois qu'on l'a vu et qui a dû exister de tout temps à la partie supérieure de cette cascade, que des milliers de voyageurs visitent

chaque année, ait pu rester inaperçu jusqu'à ce jour. Ce phénomène est d'ailleurs une confirmation de celui que j'avais observé le 5 juin 1877, et l'aspiration des gouttes d'eau attirées vers le sommet de la cascade rappelle cette autre aspiration qui se produisait au-dessus de la colonne de grêle et qui attirait de menus flocons de nuages vers le cumulus central d'où s'échappaient les grêlons.

» La dernière partie de mon Mémoire énumère plusieurs faits qui ne peuvent laisser aucun doute sur l'existence possible, dans de certaines conditions, de vastes trombes dans lesquelles l'air est aspiré de bas en haut, qui se produisent naturellement, peuvent cheminer avec une certaine vitesse et se maintenir dans un état d'équilibre stable pendant une partie de la durée du jour. Je cite, entre autres, les expériences inédites que l'habile physicien, M. Raoul Pictet, a faites près du Caire, pendant qu'il était professeur de Physique dans cette ville. Avec le secours de plusieurs thermomètres, d'un électromètre surmonté d'une longue tige et d'une abondante provision de corps légers, il a pu suivre et étudier pendant plusieurs heures la formation des trombes de sable, déterminer les conditions de température de l'air libre et du sol qui paraissent nécessaires à leur développement. Il a pu traverser la base d'une de ces trombes, constater qu'elles sont sans influence sur un électromètre à feuilles d'or et les suivre jusqu'au moment de leur disparition.

» L'existence de ces trombes est facile à constater, parce que les poussières qu'elles soulèvent les rendent visibles; mais les causes qui les produisent peuvent exister lors même que le sol serait privé de poussières, pourvu que l'atmosphère soit calme et que le sol soit fortement réchauffé par la chaleur rayonnante du soleil. Il semble même que leur existence est possible sur la surface de la mer, d'un lac, ou d'un sol humide, et l'on doit admettre qu'entre les tropiques, par des temps calmes, il se forme quelquefois des trombes analogues qui aspirent et soulèvent des particules liquides jusqu'à de grandes hauteurs, et qui probablement peuvent donner lieu à des phénomènes électriques et à la formation de nuages orageux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur les matières sucrées des vignes phylloxérées et pourridiées.* Note de MM. **Gayon** et **Millardet**, présentée par M. Pasteur.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« M. Boutin a publié, en 1877 (1), une série d'analyses chimiques comparatives de la vigne saine et phylloxérée, dans lesquelles il arrive à cette conclusion : que l'effet de la maladie phylloxérique sur le sucre de canne normal, à la racine de la vigne, se traduit à la fois par la transformation de ce sucre en glucose et par la diminution de quantité, finalement la disparition complète des matières sucrées.

» Des recherches, entreprises depuis une année, par une méthode un peu différente de celle de M. Boutin, nous ont donné des résultats contraires aux siens, quant à la transformation du sucre de canne en sucre réducteur. Pour la discussion de la méthode et les détails des expériences, nous renverrons à un travail qui ne tardera pas à paraître.

» *Résultats.* — La piqûre du Phylloxera et la maladie qui en résulte n'ont aucune action sur la qualité du sucre contenu dans les racines de la vigne. D'une part, en effet, dans le *malbec* et le *jurançon*, ces organes ne contiennent jamais, à l'état phylloxéré comme à l'état sain, que du sucre de canne; et, d'autre part, la proportion relative de sucre réducteur et de sucre de canne, qui existe normalement dans la *folle-blanche*, ne varie pas d'une manière notable sous l'influence du Phylloxera. C'est donc à tort que M. Boutin prétend que la maladie phylloxérique détermine l'interversion du sucre de canne.

» La quantité de sucre contenu dans une racine phylloxérée ne commence à diminuer, d'une manière notable, que lorsque la pourriture atteint les points lésés par l'insecte. La diminution dans la proportion du sucre est proportionnelle au degré de la pourriture. Dans la racine entièrement pourrie, le sucre a complètement disparu.

» Cette diminution des matières sucrées dans la racine est essentiellement locale, dépendante des altérations de la racine au point observé et non de l'état général de santé de la plante tout entière. Cependant, il faut

(1) *Recueil des Savants étrangers,* tome XXV, n° 6.

remarquer que, d'une façon générale, dans la tige d'un cep malade depuis plusieurs années, dont la plupart des racines sont pourries et ne contiennent plus ou presque plus de sucre, on ne trouve pas une aussi forte proportion de ce dernier qu'à l'état normal. Mais cette diminution est infiniment moins forte que dans les racines, et elle semble dépendre de la distance qui sépare le point analysé de la tige, des racines pourries les plus rapprochées. Ce même fait s'observe sur une même racine. A l'extrémité, si elle est complétement pourrie, il n'y a pas traces de sucre. Cette substance commence à apparaître dans les points qui ne sont pourris qu'en partie, et augmente insensiblement à mesure qu'on se rapproche de la tige.

» Comme la diminution du sucre et sa disparition dans une racine ou un fragment de racine coïncident toujours avec l'existence de la pourriture dans le même point de l'organe, et comme, ainsi qu'on vient de le voir, les causes générales qui pourraient expliquer la disparition du sucre doivent être écartées, il devient très probable que c'est à la pourriture directement qu'il faut attribuer les phénomènes dont il s'agit.

» Or, sans vouloir préjuger en rien la genèse de la pourriture en général, il est nécessaire de rappeler que l'un de nous (1) a émis récemment l'opinion que, dans la maladie dont il s'agit, la pourriture des tissus est due uniquement au développement d'organismes parasitaires, appartenant presque toujours à la classe des champignons. L'existence constante de ces derniers, au moins dans tous les points qui ont pris une coloration brune, jointe à ce que nous savons de l'avidité de ces organismes pour les matières sucrées, donne une grande probabilité à l'opinion énoncée plus haut, d'après laquelle la disparition du sucre, dans la racine atteinte de pourriture phylloxérique, dépendrait de la consommation de cette substance par le mycélium des champignons.

» Cette probabilité devient une sorte de certitude par la comparaison de la maladie actuelle des racines de la vigne avec certaines autres affections de ces mêmes organes produites par des champignons. Les maladies de ce genre qu'il nous a été possible d'étudier, au point de vue du sucre, sont le *pourridié* ou *blanquet*, et une affection probablement encore inconnue, reconnaissable à ce fait que les écorces, surtout lorsqu'elles sont âgées de plus de deux ans, sous l'action d'un mycélium très fin, se transforment intégralement en une poudre blanche, très ténue, analogue à de la farine. Dans

(1) Millardet, *Théorie nouvelle des altérations que le Phylloxera détermine sur les racines de la vigne européenne* (*Comptes rendus*, 29 juillet 1878).

l'un ou l'autre cas, le champignon pénètre dans le corps même de la racine, détermine la pourriture de cette dernière et, plus tard, la mort de la plante.

» En effet, nous avons vu plus haut que la maladie du Phylloxera, contrairement aux assertions de M. Boutin, n'est nullement caractérisée par l'interversion du sucre de canne normal à la plante. Pas plus que la maladie du Phylloxera, le champignon du pourridié et celui de la *dégénérescence farineuse* des écorces ne produisent l'interversion du sucre de la plante.

» Ces deux maladies parasitaires, comme celle du Phylloxera, sont accompagnées d'abord d'une diminution notable dans la proportion du sucre contenu dans l'organe affecté, puis de la disparition complète de cette substance. La diminution de la proportion de sucre augmente avec le degré d'altération de l'organe affecté, et cette substance a toujours complètement disparu lorsque les tissus sont pourris en totalité, c'est-à-dire pénétrés du mycélium du champignon.

» Or, dans ces deux cas, la diminution et la disparition du sucre dépendent certainement du développement, dans les tissus, des champignons qui produisent la maladie. D'un autre côté, nous avons dit que, dans la maladie du Phylloxera, il n'y a pas disparition du sucre sans pourriture, et que celle-ci est toujours accompagnée de mycélium. On doit donc conclure que ces derniers, dans la maladie du Phylloxera comme dans le pourridié et la dégénérescence farineuse des écorces, sont la cause véritable de la diminution d'abord, puis de la disparition complète des matières sucrées.

» Il y a donc, en réalité, malgré les apparences contraires, une ressemblance considérable entre la maladie du Phylloxera, celle du pourridié et celle de la dégénérescence farineuse des écorces. Il est remarquable, en effet, abstraction faite des autres analogies que révèle l'observation microscopique, que le sucre se comporte dans la plante atteinte du Phylloxera exactement comme dans les deux autres maladies, bien que celles-ci soient dues uniquement à la présence de champignons dans les tissus. Bien plus, la complication de la maladie phylloxérique par l'une des deux autres ne change rien aux phénomènes de diminution et de disparition du sucre.

» L'ensemble de ces faits constitue une confirmation indirecte de la théorie nouvelle des altérations que produit le Phylloxera sur les racines de notre vigne européenne, telle qu'elle a été formulée, il y a une année, par l'un de nous. D'après cette théorie, ce sont les mycéliums qui, par leur pénétration dans les points attaqués par l'insecte, déterminent la pourriture des racines. Or, non-seulement ces mycéliums ont été constatés directement

à l'aide du microscope, dans tous les points envahis par la pourriture, mais encore les phénomènes de diminution et de disparition du sucre deviennent une preuve indirecte de leur existence dans tous les points qui sont le siège de la pourriture. »

VITICULTURE. — *Études sur la réinvasion du Phylloxera dans les vignes traitées par les insecticides.* Extrait d'une Lettre de M. **G. Foëx** à M. Dumas

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« .... Des diverses observations que je viens d'avoir l'honneur de vous exposer sommairement, je crois que l'on peut conclure, ainsi que l'a fait M. Marion, que les causes de la réinvasion estivale des vignobles soumis aux divers traitements insecticides sont multiples.

» On peut, en outre, émettre comme très probables les opinions suivantes :

» 1° En ce qui concerne la submersion, une submersion de quarante à quarante-cinq jours, bien que suffisante dans les terres peu perméables, par elles-mêmes ou par leur sous-sol, pour assurer la conservation et l'abondante fructification de la vigne, ne fait pas *absolument* disparaître l'insecte et rend possible une réapparition annuelle, par la multiplication des individus conservés.

» La perméabilité du sol, la proximité des souches relativement aux bourrelets, le manque de pression d'eau, la discontinuité dans son application, sont les causes qui augmentent le plus, dans la pratique, les chances de permanence de l'insecte.

» La réinvasion peut se faire de l'extérieur non traité vers l'intérieur qui l'a été, ou des taches vers les parties nettes, par cheminement sur le sol ou par toute autre voie analogue.

» Si l'on compare l'influence relative de ces divers modes de réinvasion, il semble résulter des faits que j'ai recueillis jusqu'ici que, dans les vignes bien submergées et situées dans des conditions favorables à l'action de la submersion, la réinvasion par l'extérieur joue le rôle le plus important (mas de Fabre, l'Armeilleris, Mme de Tacaumel). Dans ceux, au contraire, où les circonstances sont moins favorables, c'est la réapparition par permanence qui aurait la plus grande part d'action (mas des Ports, le Castelet).

» 2° Pour ce qui est des insecticides proprement dits, l'œuf d'hiver joue probablement un certain rôle dans la réapparition, chez les vignes traitées

par les sulfures ou sulfocarbonates, sans que l'on puisse néanmoins lui attribuer une grande importance dans la région méditerranéenne (observation de M. Marion au cap Pinède).

» Sauf le cas du champ d'essai du cap Pinède, les exemples de traitements insecticides que j'ai eu occasion d'étudier m'ont paru conserver plus d'insectes que ceux par submersion (bien exécutée), et par suite plus propres à assurer la réinvasion par permanence. »

M. A. **Quercy**, M. **Borel**, M. H. **Barthélemy** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Dechaut** adresse une Note relative à la théorie de la fécondation.

(Commissaires : MM. Vulpian, Larrey.)

M. **Mougeolle** adresse une Note concernant la théorie de la rotation des corps célestes.

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'occultation d'Antarès, le 28 juillet 1879*; par M. C. **Flammarion**.

« L'état du ciel a mieux favorisé l'observation de ce phénomène qu'on n'aurait pu s'y attendre par la persistance des mauvais temps qui règnent depuis près d'une année. L'atmosphère était d'une transparence rare et d'un calme remarquable. J'ai observé l'occultation surtout au point de vue de la duplicité de l'étoile.

» Antarès (grandeur = 1,7) offrait une coloration orangée plus intense que celle de α Hercule, et son compagnon, de 7e grandeur, une nuance de vert émeraude approchant du bleu. Le compagnon précède, et, lorsque le couple arriva près du bord obscur de la Lune derrière lequel il devait s'éclipser, la petite étoile verte disparut la première, instantanément, puis la seconde orangée, avec la même instantanéité. La Lune était à son dixième jour ; son bord obscur était absolument invisible, et l'immersion surprend toujours, quoique toute l'attention soit expressément fixée sur elle.

» Le bord obscur où l'immersion s'est opérée n'était pas fort éloigné du méridien éclairé par le soleil levant, et les pics argentés des montagnes lunaires mettaient hautement en relief la vivacité de l'éclat flamboyant d'Antarès. Le contraste était celui de l'argent avec la flamme d'une bougie. La triple enceinte du mont Copernic était admirablement dessinée. Le cirque de Mayer était juste sur le cercle terminateur, et l'éclairement oblique était dirigé de telle sorte que ce cirque se montrait manifestement posé sur la crête même d'une chaîne de montagnes s'étendant de part et d'autre et surplombant à pic une plaine immense contiguë à l'est, encore entièrement plongée dans la nuit à $8^h 30^m$, et dont la surface très accidentée avait ses principales hauteurs éclairées au moment de l'immersion : $9^h 48^m$.

» L'émersion ($10^h 26^m$) s'est faite au bord lumineux, à la mer de Humboldt. Le compagnon vert sortit le premier, immédiatement suivi d'Antarès, moment fugitif, suffisant cependant pour montrer que la couleur de la petite étoile n'est pas un effet de contraste dû à la présence de l'étoile orangée, mais bien une couleur réelle et certaine.

» A la sortie comme à l'entrée du bord lunaire sur l'étoile double aucun signe d'absorption ou de réfraction atmosphérique ne s'est manifesté.

» C'est précisément lors d'une occultation analogue que le compagnon d'Antarès a été découvert, par Burg, en 1819. Alors comme aujourd'hui, il précédait la grande étoile. Son mouvement relatif est insensible depuis soixante ans. Voici toutes les observations que j'ai pu réunir :

	Angles.	Distances.	Observateurs.
1819............	270° ±	n. m.	B
1846............	270 ±	2",52	Mt
1348............	273,2	3,46	Da
1848............	273,0	3,11	Mt
1848............	273,3	3,60	Bo
1849............	276,2	3,69	Mc
1855............	274,6	n. m.	Po
1856............	273,5	3,2	Ja
1856............	273,5	3,0	Se
1857............	275,1	3,4	Ja
1857............	270,0	3,5	Sm
1858............	275,8	3,30	Wr
1861............	271,9	n. m.	Po
1864............	275,7	3,67	Da
1864............	275,8	3,37	Da
1865............	270,4	2,99	De
1866............	272,9	2,92	Se

	Angles.	Distances.	Observateurs.
1873............	268,7	3,46	Ws
1874............	268,4	3,29	Gl
1875............	274,0	3,22	Sp
1876............	271,5	3,25	Ha
1877............	273,6	2,86	St

» La divergence des résultats vient des difficultés des mesures. Le dédoublement net est très difficile, à cause du rayonnement d'Antarès, et le couple est un *test* plutôt atmosphérique qu'optique. La valeur des observations dépend principalement de l'état de l'atmosphère; lundi dernier, les conditions étaient exceptionnelles.

» Quoique les deux composantes restent fixes, ce système est *physique;* car le mouvement propre d'Antarès,

$$\text{Æ} - 0^s,006 \quad \text{et} \quad \text{D. P.} + 0'',034,$$

aurait, malgré sa lenteur, en partant des observations sûres de 1848, amené actuellement la position à 290° et 3″,55; mais les deux composantes restent fixes à 272° ± 2° et 3″,2 ± 0″,3.

» L'essai que j'ai fait de plusieurs lunettes et télescopes sur le dédoublement de cette étoile donne la préférence aux lunettes.

» L'étoile voisine σ, de 4e grandeur, est également double, quoiqu'elle ne soit indiquée comme telle ni dans les Catalogues en général ni dans la *Connaissance des Temps*. Son compagnon, de 9e grandeur, précède exactement, comme celui d'Antarès, mais à une plus grande distance. On le distingue mieux en détournant l'œil qu'en le fixant. Les deux étoiles sont bleuâtres. Voici toutes les mesures de ce couple :

	Angles.	Distances.	Observateurs.
1783............	270°,5	21″,67	H
1822............	271,2	20,60	So
1831............	271,4	20,3	Sm
1834............	274,3	15,0	H_2
1838............	271,6	20,5	Sm
1846............	272,2	20,56	Ja
1847............	271,1	22,34	Ja
1855............	96,0	20,37	Se
1879............	272,0	18,0	Cr

» Je dois la dernière mesure à l'obligeance de M. Cruls, astronome de l'Observatoire de Rio-Janeiro, qui pensait, sur la foi de la mesure du P. Secchi, que ce couple devait être ajouté à mon Catalogue des étoiles

doubles en mouvement. La comparaison de toutes les observations montre que ce couple reste fixe, depuis près d'un siècle, à $271^\circ \pm 1^\circ$ et à $20'' \pm 2''$. L'angle de Secchi est difficile à interpréter; une erreur de 180° donnerait 276°.

» Le mouvement propre de σ,

$$\text{Æ} - 0^s,003 \quad \text{et} \quad \text{D. P.} - 0'',01,$$

n'est pas assez sûrement déterminé pour que nous puissions rien conclure sur la nature du système. »

PHYSIQUE. — *Spectre calorifique normal du Soleil et de la lampe à platine incandescent* (*Bourbouze*). Note de M. **Mouton**, présentée par M. Desains.

« Le spectre calorifique normal d'une source est représenté par une courbe dont les abscisses sont les longueurs d'onde et dont les ordonnées sont proportionnelles à la valeur de l'intensité calorifique des radiations correspondantes.

» Cette dernière a besoin d'être définie. Soit Δq la valeur calorifique totale des radiations comprises entre les longueurs d'onde λ et $\lambda + \Delta\lambda$; le rapport $\frac{\Delta q}{\Delta \lambda}$ est ce qu'on peut appeler l'*intensité moyenne* dans l'intervalle $\Delta\lambda$ considéré; la limite vers laquelle il tend quand $\Delta\lambda$ décroît indéfiniment est l'intensité calorifique correspondant à la longueur d'onde λ : ainsi $i = \frac{dq}{d\lambda}$.

» Il résulte de là que, si l'on avait un spectre dont la loi de dispersion fût la proportionnalité exacte des déviations à la longueur d'onde (ce qui serait à peu près réalisé dans un spectre de réseau assez peu dévié pour que les sinus des angles de déviation puissent être confondus avec les angles eux-mêmes), et qu'on promenât dans ce spectre une pile de largeur très petite, les intensités successivement mesurées se rapprocheraient d'autant plus d'être proportionnelles aux valeurs de i que l'ouverture de la pile serait plus étroite.

» Mais, comme M. J.-W. Draper l'a fait remarquer le premier [1], il n'en est pas de même si l'on opère, comme on le fait depuis Herschel, sur le spectre fourni par un prisme ou un système de prismes. Le raisonnement suivant, que j'emprunte à M. Lundquist [2], va préciser la remarque de

[1] *Philosophical Magazine*, 4e série, t. XLIV, p. 104; 1872.

[2] *Poggendorff's Annalen*, t. CLV, p. 146; 1875.

Draper et nous montrer la relation qui existe entre la courbe normale et celle que fournit la méthode ordinaire.

» Soit dq la valeur calorifique totale des radiations comprises entre les longueurs d'onde λ et $\lambda + d\lambda$; l'intensité en λ est $i = \frac{dq}{d\lambda}$.

» Soit δ la distance à une origine fixe définissant à chaque instant, dans le spectroscope employé, la position de la pile; la quantité de chaleur dq se trouve répartie entre δ et $\delta + d\delta$, le rapport $\frac{dq}{d\delta}$ est ce que l'on peut appeler, par analogie, l'*intensité du spectre de dispersion* à la distance δ de l'origine, et ce sera précisément, si l'ouverture de la pile est suffisamment petite, cette intensité $\frac{dq}{d\delta}$ que mesurera la déviation D du galvanomètre.

» On a donc, à un facteur constant près,

$$D = \frac{dq}{d\delta},$$

qu'on peut écrire

$$D = \frac{dq}{d\lambda}\frac{d\lambda}{d\delta} = i\frac{d\lambda}{d\delta},$$

d'où

$$i = D\frac{d\delta}{d\lambda}.$$

» Nous devons donc, pour déduire la courbe normale de celle des déviations observées, savoir à quelle longueur d'onde λ correspond la distance δ et élever sur l'abscisse λ l'ordonnée $D\frac{d\delta}{d\lambda}$.

» Les résultats que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie [1] permettent de résoudre pour la première fois le problème d'une façon complète et rigoureuse.

» 1° *Graphiquement.* — J'ai indiqué comment on peut dresser la courbe de graduation d'un spectroscope calorifique quelconque, c'est-à-dire la courbe donnant la valeur des λ correspondant aux δ. Chaque ordonnée $i = D\frac{d\delta}{d\lambda}$ sera alors un côté d'un triangle rectangle dont D sera l'autre et dont l'hypoténuse fera avec i l'angle de la tangente à la courbe avec l'axe des δ.

» 2° *Par le calcul.* — Dans le spectroscope que j'ai décrit, les distances angulaires δ de la pile aux raies D de Fraunhofer sont *toujours* liées à l'indice n de la radiation moyenne qui la frappe par la relation

$$\sin\left(A + \frac{\Delta}{2} - \frac{\delta}{2}\right) = n \sin A; \tag{1}$$

---

[1] *Comptes rendus* du 26 mai et du 9 juin 1879.

et d'autre part j'ai montré que la loi de dispersion du flint formant les prismes est exactement représentée par la formule de M. Briot

$$(2) \qquad \frac{1}{n^2} = \frac{K\lambda^2}{n^2} + A + \frac{Bn^2}{\lambda^2} + \frac{Cn^4}{\lambda^4},$$

où A, B, C, K sont des constantes dont j'ai calculé la valeur.

» Si l'on remarque que l'expression $i = D\frac{d\delta}{d\lambda}$ peut s'écrire $i = D\frac{d\delta}{dn}\frac{dn}{d\lambda}$, on voit comment les relations (1) et (2) résolvent la question. C'est ce procédé que j'ai employé.

» La valeur de i mise sous cette dernière forme précise la remarque de Draper, qui peut s'énoncer ainsi : *Pour une source donnée, la courbe que fournit la méthode d'Herschel dépend de l'agencement du spectroscope et de la loi de dispersion des prismes qui le forment.*

Le Tableau suivant donne : 1° le spectre normal du Soleil, observé au laboratoire de M. Desains dans les deux belles journées des 28 et 29 juillet 1879, entre 2^h et 4^h du soir; 2° le spectre normal de la lampe Bourbouze, ayant traversé tous deux mon même appareil spectroscopique.

» Dans l'un et l'autre cas, le maximum a été pris égal à 100.

Longueurs d'onde.	Soleil.	Lampe Bourbouze.	Longueurs d'onde.	Soleil.	Lampe Bourbouze.
H, $0^\mu,396$	30	»	$0^\mu,985$	22,8	»
G, 0,431	66	3	1,05	32	»
F, 0,486	87	5	1,08	35,9	»
E, 0,526	96	7,2	1,15	24,8	73,9
0,55	99,6	»	1,23	16,2	»
0,56	100	»	1,26	18	»
0,57	99,5	»	1,305	20,7	89,6
D, 0,589	98	12,5	1,40	12,9	96,2
C, 0,655	88	20,1	1,48	7,6	99,3
B, 0,686	81	»	1,50	8	99,7
A, 0,760	69	31,4	1,53	9,2	100
0,80	60	»	1,55	10,7	99,7
0,82	55,3	»	1,61	13	97,5
0,84	48,3	»	1,65	12	95
0,85	47,7	»	1,75	9	84,9
0,88	49	»	1,85	5,6	75,1
0,90	46,5	47,1	1,98	0	60,7
0,93	36,2	»	2,14	0	40,8

» Le spectre normal de la lampe Bourbouze étant régulier, j'ai donné moins de valeurs. J'ai dû m'arrêter à la longueur d'onde $2^{\mu},14$, car ce n'est que jusque-là que j'ai vérifié la loi de dispersion.

» Quant au Soleil, on voit que la radiation d'intensité maximum est bien loin de l'endroit où l'observation d'Herschel semblait la placer. Elle est, en pleine lumière, entre D et E, à la longueur d'onde $0^{\mu},56$. Les radiations violettes et ultra-violettes présentent des intensités calorifiques relativement considérables. La partie infra-rouge est marquée par quatre bandes larges connues, dont le milieu correspond aux longueurs d'onde $0^{\mu},85$, $0^{\mu},985$, $1^{\mu},23$ et $1^{\mu},48$. Enfin le spectre s'éteint vers $1^{\mu},98$, bien avant, comme on le voit, celui de la lampe Bourbouze, fait depuis longtemps signalé par M. Desains. »

M. **Thenard**, à la suite de la Communication de M. *Mouton* et après quelques observations de M. *Jamin*, fait les remarques suivantes :

« Je ne voudrais certes pas soutenir une discussion avec mes éminents confrères, MM. Desains et Jamin, sur la proportion de chaleur et de lumière émises par un foyer électrique; cependant l'Académie n'écoutera peut-être pas sans intérêt le récit d'une expérience qui permet de suspecter que ces rapports sont loin d'être fixes.

» Les physiciens et les chimistes admettent volontiers que les raies du spectre d'un même corps augmentent avec l'élévation de la température; or mon fils, il y a plus de quinze ans, comptant les raies de l'argent développées sous l'influence de l'arc électrique et se trouvant fort gêné dans ses observations par la mobilité de l'arc, eut l'idée de lui donner plus de fixité en le plaçant sous l'influence d'un électro-aimant, dont il faisait à volonté varier la puissance. Nécessairement, plus elle était grande, plus l'arc était réduit, mais par contre plus le nombre des raies augmentait, si bien que, pour un arc de $0^{m},001$, il compta plus de 1700 raies, tandis qu'il n'en apercevait plus que 200 à 300 quand l'arc avait $0^{m},025$. Cependant, à en juger par l'éclairage de la pièce, la lumière diminuait très sensiblement avec la multiplication des raies.

» Je laisse aux physiciens le soin de discuter cette expérience, et je termine en disant que, pour la rendre possible et même facile, l'artifice employé a consisté à ajuster sur le pôle inférieur d'une lampe de Foucault une masse d'argent *fin* du poids de 1200^{gr} environ, formant une coupe de moins de $0^{m},001$ de concavité, et au pôle supérieur une baguette de même métal

de $0^{m},01$ de diamètre, qui était renouvelée environ toutes les heures, enfin à donner le courant de façon à porter le maximum de chaleur sur la masse d'argent. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Des vibrations à la surface des liquides.* Note de M. F. Lechat, présentée par M. Desains.

« Nous nous sommes proposé d'établir la théorie mathématique des petits mouvements à la surface des liquides pesants, et de comparer les résultats de la théorie avec ceux que donne l'expérience. Pour cela, nous avons étudié spécialement les figures fixes qui se forment, dans certaines circonstances, à la surface d'un liquide contenu dans un vase, et en particulier dans un vase de forme carrée.

» Notre travail se compose de deux parties : la théorie mathématique des phénomènes et une étude expérimentale.

» Dans la première partie, nous avons d'abord établi les équations différentielles des petits mouvements à la surface d'un liquide, de profondeur uniforme quelconque, soumis seulement à l'action de la pesanteur. Ces équations ont été posées par Poisson dans son Mémoire sur la théorie des ondes. Nous en avons déduit les équations de Lagrange, pour le cas où la profondeur est supposée très petite.

» Les équations différentielles de Lagrange ont été intégrées par Poisson dans son Mémoire sur l'élasticité. Ce sont, en effet, ces mêmes équations qui se présentent pour les vibrations d'une membrane. Nous avons repris cette intégration, en l'appliquant aux liquides contenus dans des vases rectangulaires, puis nous avons trouvé l'intégrale générale des équations différentielles de Poisson, aussi pour le cas d'un vase rectangulaire.

» Les intégrales ainsi obtenues nous ont fourni le moyen de connaître la série des formes que peut prendre la surface d'un liquide placé dans un vase rectangulaire et animé, sur toute cette surface, de vibrations de même période, et d'établir les équations générales des lignes nodales et des lignes ventrales. Nous avons étudié spécialement les formes régulières de la surface dans un vase de forme carrée. Dans cette dernière partie du travail mathématique, nous avons pris pour modèle, en la développant et en l'appliquant aux liquides, la méthode donnée par Lamé, dans ses *Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité des corps solides,* à propos des membranes vibrantes.

» La seconde partie du travail a eu pour but de vérifier par l'expérience les résultats de la théorie.

» Nous avons imaginé une méthode qui permet d'ébranler périodiquement un point quelconque de la surface du liquide et de déterminer la durée de la période. Cette méthode donne encore le moyen de faire varier, à volonté et par degrés insensibles, la période du mouvement. La détermination de la forme de la surface se fait à l'aide d'un procédé optique très simple.

» Nous avons obtenu de cette manière un très grand nombre de figures fixes de la surface liquide, et nous les avons comparées avec celles que la théorie indique. Puis nous avons déterminé la durée de la période correspondant à un certain nombre de ces figures et pour diverses profondeurs.

» Les résultats de nos expériences nous ont conduit aux conclusions suivantes :

» I. Sous le rapport des formes que peut affecter la surface d'un liquide vibrant régulièrement, les résultats de la théorie mathématique sont complètement vérifiés par l'expérience.

» II. Si, pour une même forme de la surface, on compare les durées de la période obtenues pour diverses profondeurs, on reconnaît que ces durées vont en augmentant à mesure que la profondeur augmente, mais de moins en moins, de sorte que, à partir de la profondeur de $0^{m},031$ pour le mercure, les variations dans la durée de la période deviennent insensibles. Les nombres trouvés sont en désaccord avec la supposition de Lagrange, relative à la profondeur du liquide ; mais ils s'accordent parfaitement avec la théorie de Poisson, qui tient compte de cette profondeur.

» III. Quant à la relation entre la durée de la période et la forme de la surface pour une profondeur déterminée, celle qu'indique la théorie ne s'accorde pas avec l'expérience.

» Si l'on désigne par N le nombre des vibrations doubles exécutées par seconde, par h la profondeur du liquide exprimée en mètres, par λ la longueur en mètres du côté du vase carré, et par x une expression qui caractérise la forme de la surface et de la forme $x = \sqrt{n^2 + n'^2}$, n et n' étant des nombres entiers quelconques, les résultats de l'expérience sont représentés par la formule

$$N = (0,3542x + 1,575)\sqrt{\frac{e^{\frac{2\pi}{\lambda}hx} - 1}{e^{\frac{2\pi}{\lambda}hx} + 1}}. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur les courants d'Ampère.* Note de M. TRÈVE. (Extrait.)

« Ampère s'est demandé si les courants moléculaires des aimants se créent de toutes pièces dans les substances magnétiques pendant l'aimantation, ou si la cause qui aimante ne fait que déterminer une circulation de courants *préexistant* dans les métaux à l'état naturel. Il énumère ([1]) les différentes raisons qui le font conclure dans le sens de la *préexistence* des courants dans les métaux magnétiques, et... peut-être, dit-il, dans les autres corps.

» Dans une lettre d'Ampère à Faraday, en date du 18 avril 1823, se trouvent énoncés les résultats de quelques expériences effectuées par M. de la Borne, en formant une hélice avec un fil de fer non recuit, enroulé autour d'un tube de verre, et plaçant dans l'axe de cette hélice un fil qui devrait communiquer avec les deux armures d'une bouteille de Leyde ([2]). Ampère, en analysant les résultats obtenus en variant les conditions de l'expérience, prouva qu'ils ne faisaient que confirmer sa théorie.

» L'expérience que nous présentons aujourd'hui nous paraît répondre plus complètement aux conceptions d'Ampère, en ce sens que le courant *polarisateur*, circulant à travers les métaux magnétiques eux-mêmes, s'attaque directement à leur état physique, au lieu d'agir par influence.

» En effet, si l'on prend deux hélices de même diamètre intérieur et de même section, l'une en cuivre, l'autre en fer doux, on constate qu'un même courant, circulant dans chacune d'elles, leur donne un pouvoir d'aimantation très-différent. L'hélice en fer doux est près de cinq fois plus énergique que l'hélice en cuivre.

» Dès lors, puisque la même force électrique développe dans l'hélice en fer (identique cependant avec l'hélice en cuivre) une aimantation plus énergique, c'est que ce courant trouve dans le métal magnétique un terrain d'action mieux préparé au phénomène de l'aimantation.

» Il nous semble qu'il y a toutes raisons d'admettre, avec Ampère, que les courants particulaires *préexistent* bien dans les métaux magnétiques, et que le courant de la pile, cause de l'aimantation, en détermine la circulation et l'orientation.

» Dans l'hélice en cuivre, au contraire, métal non magnétique, le cou-

---

([1]) Page 181 de son *Recueil d'observations électrodynamiques*, 1822 (édition Crochard).

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XVI, p. 194 et 195.

rant de la pile, ne rencontrant pas sur sa route ces courants particulaires, ne donne qu'une aimantation relativement faible, résultant de l'action uniquement produite par la série de courants circulaires égaux et parallèles.

» La Note suivante, sur l'aimant, jettera peut-être plus de lumière encore sur ces délicates questions. »

MAGNÉTISME. — *Sur l'aimant.* Note de M. TRÈVE.

« On sait que tout courant rectiligne indéfini tend à diriger parallèlement à lui-même un courant rectangulaire ou circulaire, mobile. Dès lors, si l'on prend un aimant droit ou en fer à cheval, et si l'on y fait passer un courant énergique, d'une extrémité à l'autre, tous les courants d'Ampère, s'ils existent réellement, seront plus ou moins déviés de leur direction normale à l'axe, et une notable partie de l'aimantation devra nécessairement disparaître instantanément. C'est en effet ce que l'on constate sur une boussole placée dans le prolongement du barreau, si l'on fait usage d'un barreau de fer doux légèrement aciéré à la surface, et ne possédant, dès lors, qu'une aimantation relativement faible.

» Quand le barreau est aimanté, les courants d'Ampère sont plus ou moins normaux à l'axe. Lorsqu'on fait passer le courant de la pile d'une extrémité à l'autre, les courants d'Ampère pivotent, deviennent les ellipses, et l'aimantation s'affaiblit.

» Veut-on lui faire perdre toute trace d'aimantation, il suffira, en conservant l'un des pôles de la pile en contact avec l'une des extrémités du barreau, de le *frictionner* avec l'autre pôle de la pile. On arrivera ainsi, au bout de quelques minutes, à détruire toute orientation des courants particulaires et à rendre le barreau à son état naturel.

» Dans cet état, c'est-à-dire avec ses courants particulaires *préexistants*, mais non polarisés, continuons à le frictionner, en le faisant tourner sur lui-même, de façon à agir successivement sur tous ces courants placés à des *distances inégales de l'axe:* on voit alors le barreau reprendre successivement son aimantation : ce que constatent les très apparentes déviations d'une boussole placée en regard.

» Ainsi, un courant rectiligne indéfini agissant successivement et par voie de friction sur un barreau de fer doux, légèrement aimanté, peut lui faire perdre complètement ou reprendre en partie son aimantation primitive. Chaque friction polarise ou dépolarise, suivant le cas, les courants d'Ampère et les rend en quelque sorte visibles à tous.

» Il est permis, croyons-nous, de voir la plus frappante démonstration de la belle théorie d'Ampère dans ces effets, sur lesquels nous reviendrons prochainement. »

PHYSIQUE. — *Distillation des liquides sous l'influence de l'électricité statique.* Note de M. D. GERNEZ.

« La recherche de l'influence que peut exercer l'électricité sur l'évaporation des liquides a depuis longtemps occupé les physiciens, qui espéraient trouver en même temps la solution de problèmes plus ou moins obscurs de Météorologie. J'ai abordé la question d'une manière nouvelle, bien qu'extrêmement simple, et je vais indiquer succinctement le résultat de mes expériences, qui mettent en lumière un fait qui n'a pas, à ma connaissance, été signalé jusqu'ici.

» Considérons un tube de verre en forme d'U renversé, dont les deux extrémités sont fermées et traversées par des fils de platine; supposons que l'on ait soudé au coude un appendice tubulaire qui permette d'y introduire un liquide, puis de faire le vide dans l'appareil, que l'on peut ensuite fermer à la lampe; si l'on met les deux fils, dont la partie située à l'intérieur du tube est noyée dans le liquide, en communication avec les deux pôles d'une machine de Holtz en activité, on reconnaît que le liquide passe de l'une des branches dans l'autre, toujours dans le sens de l'écoulement de l'électricité positive vers le pôle négatif. Vient-on à changer le sens de la décharge, la distillation se produit aussitôt en sens inverse [1].

» Ce phénomène est extrêmement net; il est assez rapide, dans certains tubes, pour que l'abaissement de niveau soit de plus de $0^{m},001$ par minute; il présente, du reste, une grande régularité : on reconnaît que, si le débit de l'électricité est uniforme, les changements de niveau sont proportionnels à la durée de l'expérience; de plus, il se manifeste dans les gaz ou les vapeurs, quelle qu'en soit la pression.

» On pourrait, *a priori*, être tenté d'attribuer cette distillation à une différence des températures des liquides aux pôles positif et négatif. On

---

[1] Le sens suivant lequel se produit cette distillation est contraire à celui que sembleraient indiquer les recherches de M. A. de la Rive. En effet, d'après ce physicien, « la transmission de l'électricité à travers une colonne gazeuse détermine un mouvement dans les particules du gaz, et ce mouvement semble être une impulsion émanant de l'électrode négative » (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VIII, p. 454; 1866).

sait en effet, par les expériences de M. A. de la Rive, que, dans les tubes à gaz très raréfiés, des thermomètres placés à proximité des deux électrodes indiquent des températures qui sont d'abord très différentes, la température étant plus élevée près du pôle positif; mais il faut remarquer que les différences de température aux deux pôles vont en diminuant avec le temps et finissent par être nulles. Il en est de même quand la force élastique du gaz augmente : c'est ainsi qu'avec un tube à air atmosphérique la différence de température dans le voisinage des deux électrodes est nulle lorsque la pression s'élève à $0^{m},020$. Je me suis assuré que le phénomène de distillation que je signale ne doit pas être attribué à un échauffement inégal des deux liquides électrisés, en effectuant les expériences suivantes.

» 1° J'ai disposé un appareil dans lequel les deux couches liquides, qui reçoivent l'une l'électricité positive, l'autre l'électricité négative, sont entourées l'une par l'autre de façon à conserver presque rigoureusement la même température. A cet effet, j'ai pris un tube de verre ouvert à une extrémité et dont l'autre extrémité, fermée, retenait un fil de platine soudé; je l'ai entouré d'un large tube ayant même axe, soudé au premier un peu au-dessus de son extrémité fermée et portant un fil de platine soudé latéralement; j'ai étiré le tube extérieur, et, après avoir introduit du liquide dans le tube le plus étroit et dans l'espace compris entre les deux tubes, j'ai fait le vide dans l'appareil et l'ai scellé à la lampe.

» Lorsqu'on fait arriver l'électricité positive dans le liquide contenu dans le tube le plus étroit et l'électricité négative dans le liquide extérieur, il y a distillation de l'intérieur vers l'extérieur; si l'on change le sens de la décharge, on observe que le liquide distille de l'extérieur vers le tube intérieur. Ici les deux liquides sont sensiblement à la même température, et ce qui prouve que la différence des températures, si elle existe, est sans influence appréciable sur le phénomène, c'est que, au moment où l'on change le sens de la décharge, on reconnaît que la distillation se manifeste bien avant que le passage de l'électricité ait pu intervertir l'ordre des températures des deux couches liquides.

» On observe du reste un phénomène curieux, si l'on a fait le vide dans l'appareil de manière à n'y laisser que la vapeur du liquide, de l'eau par exemple, avec la tension qui correspond à la température ambiante. Lorsqu'on fait passer la décharge de l'extérieur à l'intérieur, la région du tube étroit située au-dessus du niveau du liquide devient incandescente, tandis qu'on ne voit pas à l'extérieur d'incandescence bien prononcée; la température à l'intérieur du tube central est manifestement plus élevée qu'à

l'extérieur, et cependant le niveau monte dans ce tube par suite de l'arrivée du liquide extérieur.

» 2° J'ai voulu me rendre compte des variations de température produites dans les deux couches liquides par le passage de la décharge, et, à cet effet, j'ai introduit aux extrémités d'un tube en U renversé les réservoirs de deux thermomètres très sensibles, baignés par le liquide traversé par l'électricité. J'ai reconnu que, lorsque l'appareil contenait, outre le liquide, un gaz sous la pression atmosphérique, les températures des deux couches liquides s'élevaient simultanément sans présenter une différence de $\frac{1}{10}$ de degré; quand on faisait le vide dans l'appareil, j'ai constaté plusieurs fois des différences toujours faibles, mais c'est le thermomètre négatif qui m'a paru un peu plus élevé que celui que baignait le liquide électrisé positivement.

» 3° Enfin j'ai recherché, par des expériences directes, quelle serait l'influence d'une élévation de la température sur la distillation; à cet effet, j'ai maintenu l'une des branches d'un tube coudé à des températures supérieures de 5°, 10°, 15°, 20° à celle de l'autre branche, et j'ai constaté que, pendant le temps que duraient les expériences ordinaires, la variation de niveau que l'on observait était tellement petite par rapport à celle qui résultait de l'influence de l'électricité, qu'on pouvait la considérer comme nulle. Du reste, on provoquait toujours la distillation de la branche la plus froide à la branche la plus chaude en faisant arriver par la première l'électricité positive.

» Il est donc établi par ce qui précède que, sous l'influence de l'électricité statique, il y a passage des liquides de la région positive à la région négative, et que cette distillation ne résulte nullement de l'échauffement inégal des deux couches liquides traversées par l'électricité.

» J'ai reconnu que la quantité de liquide transportée est proportionnelle à la quantité d'électricité mise en jeu [1] et qu'elle ne dépend pas sensiblement de l'étendue de la surface libre du liquide. J'indiquerai, dans une prochaine Communication, quel est le mécanisme de ce phénomène. »

---

[1] Lorsqu'on fait des expériences prolongées avec la machine de Holtz, il est avantageux de substituer, au fourneau alimenté par du charbon que l'on dispose sous la machine, une rampe de becs de gaz analogue à celle qui sert à chauffer les bains de sable, bien que la combustion du gaz de l'éclairage produise une assez grande quantité de vapeur d'eau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'emploi de la méthode de diffusion dans l'étude des phénomènes de dissociation.* Note de M. L. **Troost.**

« En 1862, M. L. Pebal fit diffuser du chlorhydrate d'ammoniaque en vapeur à travers un tampon d'amiante [1] et constata qu'il obtenait ainsi : d'un côté, du chorhydrate d'ammoniaque avec de l'ammoniaque libre, et de l'autre du chlorhydrate d'ammoniaque avec de l'acide chlorhydrique. L'année suivante, MM. Wanklyn et Robinson appliquaient les phénomènes de diffusion à l'étude de la vapeur d'acide sulfurique monohydraté [2] et de celle du perchlorure de phosphore.

» Dès cette époque, M. H. Sainte-Claire Deville a fixé la véritable portée des expériences fondées sur la diffusion. Il a montré que, de la vapeur d'eau à 1000°, on pouvait retirer indéfiniment par diffusion de l'hydrogène et de l'oxygène libres, bien qu'à cette température la tension de dissociation de la vapeur d'eau fût assez faible pour que la densité de cette vapeur ne fût pas sensiblement diminuée par la présence des éléments libres. En effet, nous l'avons trouvée, M. H. Sainte-Claire Deville et moi [3], égale à 0,623 à 1040°.

» M. H. Sainte-Claire Deville a établi que, par cette méthode, on ne peut obtenir aucune notion sur la valeur de la tension de dissociation du chlorhydrate d'ammoniaque, de l'acide sulfurique monohydraté ou du perchlorure de phosphore en vapeur, et que, par suite, la diffusion ne peut résoudre la question de l'existence ou de la non-existence de ces corps à l'état de composés définis gazeux.

» L'impossibilité de résoudre par la diffusion ces questions délicates est donc démontrée depuis vingt-cinq ans. On peut, d'après cela, regretter de voir les auteurs d'expériences récentes de diffusion tirer de leurs observations des conclusions qu'elles ne sauraient comporter, sans avoir infirmé ou même discuté des faits antérieurement établis.

» Ainsi, l'année dernière, MM. E. Wiedemann et R. Schulze ont repris, à propos de l'hydrate de chloral, l'expérience de M. Pebal ; ils ont, en faisant diffuser, à travers un diaphragme d'amiante [4], de la vapeur d'hy-

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. XLVII, p. 199, août 1862.

(2) *Comptes rendus*, t. LVI, p. 547, mars 1863.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVIII, p. 275.

(4) *Annalen der Phys k und Chemie*, t. VI, p. 293, nouvelle série, décembre 1878.

drate de chloral à la température de 100°, constaté que la vapeur qui a traversé l'amiante donne, en se condensant, de l'hydrate de chloral mêlé d'une petite quantité d'eau.

» Cette année, M. A. Naumann [1] a refait, à propos du même corps, une expérience analogue à celle de MM. Wanklyn et Robinson; il a fait bouillir de l'hydrate de chloral dans une cornue communiquant avec un réfrigérant ascendant, de manière que la plus grande partie de la vapeur produite soit condensée dans ce réfrigérant et retourne dans la cornue, tandis qu'une partie seulement de cette vapeur arrive dans un récipient placé à l'extrémité du réfrigérant. Il a constaté ainsi qu'au bout d'un certain temps il a dans la cornue de l'hydrate de chloral mêlé d'eau et que, dans le récipient, il s'est condensé de l'hydrate de chloral mêlé de chloral anhydre.

» L'expérience de M. Naumann et celle de MM. Wiedemann et Schulze [2] apportent une nouvelle confirmation de ce fait, établi par mes premières expériences, que l'hydrate de chloral possède, aux environs de 100°, une certaine tension de dissociation; mais elles ne peuvent donner la mesure de cette tension, ni à plus forte raison établir qu'elle est égale à la pression atmosphérique. En effet, dans l'expérience de M. Naumann, par exemple, quelque petite que soit la tension de dissociation, l'eau, qui dans le mélange est le composé le moins volatil, se condensera (dans les parties du réfrigérant où la température est inférieure à 100°) en plus forte proportion que le chloral; si bien que, en continuant l'expérience assez longtemps, on obtiendra une séparation de plus en plus grande de l'eau et du chloral anhydre, sans qu'il soit possible d'en conclure autre chose que l'existence d'une tension de dissociation, pouvant d'ailleurs être aussi faible que l'on voudra.

» Aussi l'expérience de M. A. Naumann, celle de MM. E. Wiedemann et R. Schulze, comme toutes les expériences fondées sur la diffusion, ne peuvent en aucune façon résoudre la question de l'existence ou de la non-existence de l'hydrate de chloral comme composé défini gazeux. Après comme avant

---

(1) *Berichte der deutschen chem. Gesellschaft*, t. XII, p. 738; avril 1879.

(2) Dans d'autres expériences, MM. Wiedemann et Schulze ont fait agir à la température ordinaire (10° et 20°) de l'acide phosphorique anhydre sur la vapeur d'hydrate de chloral. Mais l'acide phosphorique anhydre, de même que l'acide sulfurique concentré, le chlorure de calcium fondu et tous les corps qui dégagent beaucoup de chaleur en se combinant avec l'eau, décomposent l'hydrate de chloral et ne peuvent, par suite, être employés pour reconnaître l'état de sa vapeur.

ces expériences, la vapeur d'hydrate de chloral, au voisinage de 100°, reste comparable à la vapeur d'eau à 1000°. Toute expérience susceptible d'établir seulement qu'il y a dans la vapeur d'hydrate de chloral une certaine quantité d'eau libre et de chloral anhydre ne saurait prouver qu'il n'existe pas d'hydrate de chloral à l'état de composé défini gazeux dans le mélange; pas plus que, dans le cas de la vapeur d'eau à 1000°, on n'a songé à conclure de la présence de l'oxygène et de l'hydrogène libres à la non-existence de la vapeur d'eau à cette température. »

CHIMIE. — *Action du pyrogallate de potasse sur le bioxyde d'azote.* Note de M. G. **Lechartier.**

« L'acide pyrogallique est oxydé par les acides azotique et azoteux, mais je n'ai pas connaissance qu'on ait signalé le fait d'une oxydation du pyrogallate de potasse par le bioxyde d'azote.

» Ayant fait usage de l'acide pyrogallique et de la potasse pour vérifier si de l'azote recueilli dans des analyses organiques contenait de l'oxygène, j'ai eu l'occasion de constater la production d'un changement de teinte analogue à celui que produirait ce dernier gaz; mais la liqueur, sur les parois de l'éprouvette, prenait une teinte violacée avant de passer au brun; en même temps l'absorption du gaz se faisait plus lentement qu'avec l'oxygène.

» Après avoir reconnu que le gaz analysé contenait de petites quantités de bioxyde d'azote, j'ai été conduit à conclure que le pyrogallate de potasse subissait de la part de ce gaz une action sensible. J'ai recherché en quoi consistait ce phénomène. Tout le bioxyde d'azote était-il absorbé? Y avait-il restitution d'azote ou d'une combinaison oxygénée de l'azote? Ces diverses questions pouvaient avoir de l'importance, même au point de vue de l'analyse des gaz.

» Du bioxyde d'azote préparé à l'aide du cuivre et de l'acide azotique a été introduit dans une éprouvette graduée sur le mercure avec une solution de pyrogallate de potasse. Après agitation plusieurs fois répétée, le gaz et la liqueur ont été maintenus en contact pendant douze heures. Le volume gazeux, qui primitivement s'élevait à 55^{cc}, est descendu à 23^{cc}. Le pyrogallate de potasse a été enlevé et remplacé par une solution de sulfate ferreux. Celle-ci a absorbé 3^{cc} de gaz, et il est resté 20^{cc} d'un gaz dans lequel l'introduction d'une bulle d'oxygène n'a fait naître aucune coloration.

» Le résidu gazeux était sensiblement soluble dans l'eau; il activait la combustion et présentait la composition du protoxyde d'azote.

» Voici les résultats d'une analyse eudiométrique :

Volume du gaz analysé	$13^{cc},6$	
Mélange du gaz avec l'hydrogène	$34^{cc},5$	
Hydrogène ajouté		$20^{cc},9$

» L'étincelle électrique détermine une explosion suivie d'une diminution de volume :

Résidu gazeux	$22^{cc},4$	
Diminution de volume		$12^{cc},1$

» On fait passer de l'oxygène dans l'eudiomètre pour déterminer le volume de l'hydrogène qui n'a pas été brûlé,

Le mélange devient	$33^{cc},8$	
Oxygène ajouté		$11^{cc},4$

» Après le passage de l'étincelle

Le volume devient	$20^{cc},5$	
Gaz disparu		$13^{cc},3$
Sur lequel { Oxygène	$4^{cc},4$	
Sur lequel { Hydrogène	$8^{cc},8$	

» Le volume d'hydrogène brûlé dans la première combustion est donc égal à la différence entre $20^{cc},9$ et $8^{cc},8$, soit à $12^{cc},1$.

» Le résidu gazeux, $20^{cc},5$, contient $7^{cc},0$ d'oxygène et $13^{cc},5$ d'azote.

» En résumé, le volume de l'hydrogène brûlé par l'oxygène en combinaison avec l'azote dans le gaz analysé est égal à la diminution du volume gazeux observé pendant la combustion. Ce fait caractérise le protoxyde d'azote, qui fournit un volume d'azote égal au sien.

» Le gaz analysé contenait un excès d'azote. Sa composition était la suivante :

Protoxyde d'azote	$12^{cc},1$
Azote	$1^{cc},4$

» Cet excédant d'azote avait été apporté en grande partie par le bioxyde d'azote, comme nous l'avons constaté en agitant ce gaz avec du sulfate ferreux.

» Si l'on considère, en outre, que le protoxyde d'azote lui-même ne

subit aucune décomposition de la part du pyrogallate de potasse, qui reste en présence de ce gaz sans subir d'altération dans sa couleur, on peut admettre que, dans cette action du pyrogallate de potasse sur le bioxyde d'azote, il n'y a pas production de quantités appréciables d'azote.

» Quant au volume du protoxyde d'azote produit, il n'a jamais été parfaitement constant; il est resté compris entre le tiers et le quart du volume de bioxyde d'azote décomposé.

» Tout nous porte à penser que le bioxyde d'azote subit un dédoublement qui donne naissance, d'une part, à du protoxyde d'azote, et, d'autre part, à des combinaisons plus oxygénées de l'azote, acide azotique et acide azoteux, dont l'action oxydante sur le pyrogallate de potasse a déjà été constatée.

» Le dédoublement dans lequel le volume de protoxyde d'azote produit serait le quart de celui du bioxyde transformé s'exprime facilement de la manière suivante :

$$2AzO^2 = AzO + AzO^3.$$

» L'égalité

$$6AzO^2 = 4AzO + AzO^5 + AzO^3$$

rend compte du dédoublement dans lequel le volume obtenu serait le tiers du volume de gaz décomposé. »

CHIMIE. — *Sur l'hydrure de cyanogène solide*. Note de MM. **H. Lescœur** et **A. Rigaut**.

« Tous les chimistes qui, depuis Gay-Lussac, ont étudié l'acide cyanhydrique ont signalé la transformation spontanée de cette substance en une matière solide, noire, qu'ils ont nommée *azulmine;* mais les circonstances qui président à cette modification et la constitution même des produits azulmiques sont loin d'être parfaitement connues.

» I. L'acide cyanhydrique pur se conserve indéfiniment, comme l'a montré M. A. Gautier (¹); c'est à la présence habituelle du cyanhydrate d'ammoniaque et de l'eau que ce chimiste attribue l'altération que l'on observe ordinairement. D'après nos expériences, l'addition d'une trace de cyanure de potassium pur à l'acide suffit à opérer sa transformation rapide, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir l'eau.

(¹) A. Gautier, Thèses de la Faculté des Sciences de Paris, 1869.

» De l'acide cyanhydrique pur et anhydre conservé depuis plus d'un an sans altération a été additionné d'un petit fragment de cyanure de potassium fondu : au bout de vingt heures, le liquide est brun foncé ; après six jours, la solidification est complète.

» On doit, dans la préparation de ce produit, se mettre en garde contre la rupture des flacons où s'effectue la transformation. Cet accident est presque inévitable, à moins d'employer des vases à parois très épaisses. Il n'est pas dû à un dégagement de gaz, mais à la grande augmentation de volume qu'éprouve la matière après sa solidification. Quoi qu'il en soit, on peut ainsi préparer de grandes quantités d'azulmine et étudier cette substance.

» II. La masse noire ainsi obtenue est ordinairement amorphe, mais souvent mélangée de cristaux plus ou moins transparents, qu'on peut en extraire par la benzine bouillante ou l'éther. On obtient des paillettes brillantes, incolores, qui s'altèrent et brunissent facilement ; elles sont solubles dans l'alcool et l'eau bouillante, peu solubles dans l'eau froide ; elles possèdent un goût très amer. La solution aqueuse dépose au bout de peu de temps des flocons bruns ; elle donne avec le bichlorure de platine une belle coloration verte.

» Soumis à l'analyse, ces cristaux présentent la composition centésimale de l'acide cyanhydrique :

	Théorie.		I.	II.
C^2..............	12	44,44	43,96	»
H..............	1	3,70	3,80	»
Az..............	14	51,86	»	51,13
	27	100,00		

» Cette matière se dissout facilement dans les acides et paraît jouer le rôle d'une base faible. On a étudié la combinaison qu'elle forme avec l'acide chlorhydrique. C'est une masse noire hygrométrique qui contient de l'eau de cristallisation. Exposée à l'étuve, elle se dessèche en perdant lentement de l'acide chlorhydrique et tend vers la composition $(C^2AzH)^3HCl$. La composition initiale serait $(C^2AzH)^3 3HCl + 3H^2O^2$.

» La matière cristalline extraite de l'azulmine par la benzine ou l'éther est donc un hydrure de cyanogène $(C^2AzH)^3$ correspondant au chlorure de cyanogène solide et à l'acide cyanurique.

» Le résidu de ce premier traitement est une matière noire, amorphe, insoluble dans tous les dissolvants, et qui rappelle le paracyanogène par ses

propriétés négatives. Les circonstances mêmes de sa production (dans l'acide anhydre en dehors de l'action de l'air) forcent à admettre qu'il y a là encore un ou plusieurs polymères de formules indéterminées $(C^2AzH)^n$.

» III. L'hydrure de cyanogène $(C^2AzH)^3$ et probablement aussi les polymères plus élevés s'altèrent sous l'influence de l'air et de l'humidité, et de nouveaux produits, que nous appelons *secondaires*, apparaissent alors dans l'azulmine. L'un d'eux se rattache plus intimement au composé que nous venons de décrire.

» On le prépare en traitant par l'alcool chaud l'azulmine qui provient de l'acide cyanhydrique hydraté. On a ainsi une poudre rousse, amorphe, peu soluble dans l'eau, qu'elle colore en jaune clair, soluble dans l'alcool en rouge foncé. Elle donne avec le chlorure de platine une belle coloration verte.

» Ce corps se produirait par l'action de l'humidité sur l'hydrure de cyanogène solide ; il n'en différerait que par les éléments de l'eau et il donne les mêmes produits avec l'acide chlorhydrique. Il répond à la formule $(C^2AzH)^3, H^2O^2$:

	Théorie.		I.	II.
C^6	36	36,36	36,68	»
H^5	5	5,05	4,97	»
Az^3	42	42,42	»	43,03
O^2	16	16,17	»	»
	99	100,00		

» En résumé, la transformation azulmique est essentiellement une polymérisation. Sous l'influence de l'eau et des autres agents, des réactions secondaires diverses peuvent se produire et venir compliquer le phénomène. L'étude des deux composés que nous signalons aujourd'hui justifie suffisamment cette manière de voir. Nous espérons, dans une Note prochaine, ajouter quelques faits nouveaux à cette partie de l'histoire du cyanogène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le méthylpropylcarbinol synthétique, résidu actif par les moisissures.* Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai développé en 1874 [1] des idées relatives aux rapports entre le groupement des atomes et le pouvoir rotatoire. De ces relations se déduit

[1] *Bulletin de la Société chimique*, t. XXII, p. 337.

cette conclusion, que les corps saturés de la série grasse, où un atome de carbone est combiné à quatre radicaux différents, sont susceptibles de présenter le pouvoir rotatoire à l'exclusion des autres. Cette loi s'est trouvée vérifiée en ce sens que tous les corps actifs fournis par la nature rentrent dans la catégorie en question, mais elle renferme en outre une foule de corps obtenus seulement par synthèse et qui sont inactifs. Ce manque de pouvoir rotatoire est prévu par la théorie : en effet, j'ai démontré que si, dans une synthèse, on partait d'éléments inactifs pour faire des corps actifs, on obtiendrait les isomères dextrogyre et lévogyre en quantités égales, de sorte que l'absence du pouvoir rotatoire s'explique de cette manière; il restait donc à produire le dédoublement sur des corps choisis à l'avance parmi ceux qui doivent posséder le pouvoir rotatoire et qu'on n'a réalisés que par synthèse.

» J'avais constaté déjà que, parmi les méthodes que M. Pasteur a indiquées pour ce genre de séparation, celle qui paraît pouvoir s'appliquer le plus souvent est la méthode qui consiste à chercher une moisissure ou un ferment susceptible de détruire l'un des isomères de préférence, et j'avais remarqué que ce procédé paraît réussir d'autant mieux que la plante prospérait moins. On comprend en effet qu'un végétal vigoureux détruise toute la substance organique qu'il peut atteindre, tandis que, s'il végète au milieu d'un excès de nourriture, il choisira celle qui lui convient davantage.

» Une expérience préalable m'avait appris que le *Penicillium glaucum* pousse assez bien sur une dissolution à 5 pour 1000 de méthylpropylcarbinol, corps que j'avais retiré des oléfines du pétrole; c'est un alcool amylique secondaire, dont la formule est $CH^3-H, C,OH-CH^2-CH^2-CH^3$. On voit que la dissymétrie est due aux radicaux combinés au second carbone, et qui sont fortement dissemblables : on pouvait donc espérer que ce corps aurait un pouvoir rotatoire considérable. De plus, le point par où l'oxydation devait se produire est justement celui où la dissymétrie se manifeste; il était probable que cette circonstance favoriserait l'action élective de la moisissure. En dernier lieu, la matière est volatile et suffisamment stable, ce qui permet de l'isoler commodément des liquides très étendus qu'on est obligé d'employer.

» Parmi les nombreux procédés de préparation, j'ai choisi la méthode de M. Friedel, qui consiste à hydrogéner par le sodium le méthylbutyryle; ce dernier a été obtenu en distillant le mélange de butyrate et d'acétate de chaux. Il faut prendre un excès d'acétate et distiller sur la grille à analyse dans un tube de fer par portions de 120^{gr}. J'ai eu finalement, avec 1^{kg}

d'acide butyrique, 140gr de méthylpropylcarbinol passant entre 116° et 120°. Le 29 mars, j'ai ensemencé une dissolution de 100gr de cette substance dans 20lit d'eau additionnée de 24gr d'acide sulfurique et de divers sels; il ne faut pas ajouter de nitrates, car la réduction de l'acide nitrique en ammoniaque diminue trop rapidement l'acidité. Le tout était renfermé dans des flacons de 8lit, demi-pleins, dont le col fut recouvert d'un simple papier à filtre. Dans les premiers temps, on s'attachait à noyer les plaques de *Penicillium;* plus tard, on les laissa nager à la surface; elles avaient une belle couleur rose. Le mycélium est composé de branches émaciées très serrées les unes contre les autres; dans quelques-unes, le protoplasme formait un long chapelet; les fructifications paraissaient manquer, mais M. Max. Cornu, qui a bien voulu examiner cette végétation, a rencontré une fructification qui, malgré son caractère particulier, caractérise bien le genre *Penicillium.* Quand on sort une de ces plaques et qu'on la laisse sur l'acide tartrique, on la voit verdir au bout de deux jours, et ensuite elle devient semblable à la moisissure ordinaire; au contraire, si l'on sème dans un flacon une plaque de *Penicillium* fraîche, la végétation se ralentit et, au bout de plusieurs semaines, elle devient rose. Ces changements de couleur ne se produisent pas dans des flacons débouchés à large ouverture. On a remarqué aussi que l'odeur de l'alcool secondaire a été remplacée par une autre également intense et rappelant nettement l'éther acétique, mais cette dernière disparaît définitivement dès qu'on distille le liquide. A partir du 15 juin on a distillé le contenu de chaque flacon, à mesure que la végétation paraissait suffisamment développée; grâce à l'emploi d'un appareil à douze plateaux, on voyait de suite une couche huileuse et l'on arrêtait quand il ne coulait plus qu'un liquide inodore. Toutes ces premières portions réunies furent redistillées, la couche huileuse décantée et le reste distillé de nouveau. On a eu 40cc de méthylpropylcarbinol brut, produisant une rotation de $-9°41'$ pour 22cc (appareil selon M. Cornu). Cet alcool a été rectifié sur la potasse et fractionné de nouveau; il a passé entre 116° et 120°; une faible portion distillait avant 116°; la rotation était de $-12°33'$ pour 22cc. Il est probable qu'il reste dans ce mélange de l'alcool droit; par conséquent la rotation de l'alcool lévogyre pur est encore plus considérable.

» On pourrait être tenté de croire que l'état particulier du *Penicillium* est dû à l'action séparatrice spéciale qu'il exerce, mais on n'a rien remarqué de semblable sur celui qui vit sur l'acide racémique et sur l'alcool amylique de fermentation rendu inactif. Ce dernier corps est encore plus défa-

vorable à la moisissure que le méthylpropylcarbinol, mais il forme avec l'eau un hydrate, et sa solution est moins odorante; quant à l'acide racémique, il n'est pas volatil du tout : il n'y a donc pas lieu de s'étonner que ces substances changent moins le faciès de la plante que l'alcool secondaire, dont la solution a une odeur très forte. Je pense donc que le changement de couleur et la rareté des fructifications sont dus à une action anesthésique; on sait en effet que le sulfure de carbone produit des effets analogues sur l'organisme humain. Des expériences ont été commencées pour voir si l'on peut obtenir le même résultat avec des liquides tels que l'éther, l'aldéhyde, etc., symétriques et inactifs.

» Quand on cultive sur l'acide racémique le *Penicillium* ou les schizomycètes, on voit disparaître l'acide tartrique dextrogyre; dans l'alcool amylique de fermentation rendu inactif, le *Penicillium* détruit l'alcool gauche. S'il était permis de généraliser, on pourrait dire que ces plantes détruisent l'isomère actif que d'autres produisent, c'est-à-dire que la nature ne produit que ce qu'elle peut consommer de nouveau : de là cette conclusion importante, que les corps naturels actifs ont été faits directement avec leur pouvoir rotatoire, car si les isomères droit et gauche s'étaient produits en même temps, la plante, agissant de la même manière que la moisissure, aurait laissé l'acide tartrique gauche et l'alcool amylique droit; or c'est le contraire qui a lieu. Quant au méthylpropylcarbinol, on ne le rencontre pas dans la nature, mais, si on le trouvait, on devrait, d'après ce qui précède, s'attendre à ce qu'il soit dextrogyre.

» Je me propose d'étudier les produits accessoires de cette opération et de faire subir au méthylpropylcarbinol actif quelques transformations pour étudier les variations du pouvoir rotatoire [1]. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la non-existence du ferment alcoolique soluble.* Extrait d'une Lettre de M. D. Cochin à M. Dumas.

« Veuillez me permettre de vous adresser un travail que je viens d'achever sur la *fermentation alcoolique*. Mes expériences ont été faites au laboratoire de M. Pasteur. Elles tendent à démontrer que le ferment alcoolique soluble n'existe pas et que la fermentation est une conséquence directe et immédiate de la vie des cellules de levûre. Elles consistent à

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

cultiver la levûre dans différents milieux non fermentescibles, à filtrer le liquide de culture et à étudier ensuite son action sur des solutions sucrées. On constate la présence du ferment inversif et l'absence de tout ferment alcoolique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la matière colorante du* Palmella cruenta. Note de M. T.-L. PHIPSON.

« Le *Palmella cruenta* est une petite Algue, rouge de sang, qui se trouve au bas des murs humides blanchis à la chaux, non loin des localités habitées et toujours près de la terre. Les anciens botanistes l'ont nommé *Chaos sanguinea, Tremella sanguinea,* etc. Pendant les temps chauds et humides de l'été, cette espèce ressemble, en effet, à du sang coagulé; mais, en lui donnant les noms que nous venons de mentionner, les botanistes ne se doutaient pas combien loin s'étend cette analogie entre la petite plante en question et le sang des animaux. D'abord, en l'observant au microscope, on s'aperçoit bien qu'elle se compose de petites cellules arrondies qui ont, d'après mes déterminations, $0^{mm},004$ environ de diamètre, et qui ressemblent aux globules du sang (des globules sanguins que j'ai mesurés le même jour et avec le même instrument m'ont donné $0^{mm},005$ à $0^{mm},006$). Ces petites cellules flottent librement dans une mucosité que l'on peut, pour suivre l'analogie, comparer au sérum du sang; mais, de plus, elles contiennent une matière colorante rouge-rose, que je viens d'isoler plus ou moins complètement, et qui présente des propriétés très curieuses.

» Cette matière colorante est tout à fait nouvelle; je propose de lui donner le nom de *palmelline;* jusqu'à présent, je ne connais rien qui lui ressemble, excepté la matière colorante du sang, l'hémoglobine des chimistes modernes. Comme cette dernière, elle est insoluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, le sulfure de carbone, etc., mais se dissout dans l'eau. Comme la matière colorante du sang, la palmelline est *dichroïque,* se compose d'une matière rouge unie à une substance albumineuse, et se coagule par l'alcool, la chaleur et l'acide acétique, ajouté à sa solution aqueuse. Comme la matière colorante du sang, la palmelline produit des bandes d'absorption dans le jaune du spectre; mais ces bandes ne me paraissent pas occuper exactement la même position que les bandes données par le sang. De même que la solution de la matière colorante du

sang, la solution de la palmelline entre aisément en putréfaction à la chaleur de l'été, en produisant une forte odeur ammoniacale et de fromage pourri. Enfin, comme la matière colorante du sang, la palmelline contient du fer.

» On ne peut extraire cette nouvelle substance de la plante humide, car la vitalité de celle-ci est telle, qu'elle ne laisse pas dégager la couleur par l'action de l'eau. Il faut qu'elle ait été bien desséchée à l'air libre. Au bout de vingt-quatre à trente-six heures, les pellicules sont ordinairement assez sèches, car la plante et les matières sur lesquelles elle croît se dessèchent assez rapidement à l'air. Il ne faut pas la laisser sécher dans du papier, car alors les cellules y adhèrent. En laissant la plante sèche au fond de quelques centimètres d'eau, dans une capsule de porcelaine recouverte d'une plaque de verre, la matière colorante s'y infuse, et le lendemain on peut décanter la liqueur, tout à fait claire. Elle est d'un rouge rose magnifique par transmission et jaune orangé par réflexion. Ou bien on peut épuiser la plante successivement par le sulfure de carbone et l'alcool, puis la laisser pendant vingt-quatre heures dans de l'eau, après l'avoir fait complètement dessécher.

» Quand on fait coaguler cette solution aqueuse de palmelline par une addition d'ammoniaque, d'alcool ou d'acide acétique, le précipité obtenu est fort semblable à de la fibrine. Évaporée à une température très modérée (40° C. environ), la solution aqueuse laisse un résidu rouge-rose bleuâtre qui, au microscope, paraît cristallisé, mais sans forme bien définie. Chauffée, la solution se coagule vers le point d'ébullition, comme une solution d'albumine; la couleur se détruit en même temps. L'acide acétique et l'alcool coagulent la solution et produisent, dans chaque cas, un précipité filamenteux ressemblant à la fibrine du sang. L'ammoniaque et la potasse agissent de même, mais en bleuissant la matière colorante pour la détruire ensuite. Le sulfure d'ammonium jaunit la solution, sans la coaguler. Les acides chlorhydrique et nitrique font virer la couleur au rouge-brique et la détruisent ensuite sans produire de coagulation. L'acide salicylique détruit le dichroïsme de la solution et la fait virer vers le bleu-violet, sans coagulation et sans détruire la couleur.

» Dans le spectroscope, la solution de palmelline présente, dans le bas du jaune, entre le jaune et le vert, soit une bande, soit deux bandes d'absorption assez larges. Je n'ai pu encore déterminer son spectre avec assez d'exactitude. Évaporé à sec et le résidu calciné, on obtient une certaine quantité de cendre dans laquelle on reconnaît aisément de la chaux, du chlore et du fer.

» En essayant d'obtenir des *cristaux* analogues aux *cristaux d'hématine* que donne la matière colorante du sang avec l'acide acétique, j'ai bien obtenu des cristaux avec quelques gouttes de la solution de palmelline; au microscope, ce sont des talles incolores ou peu colorés, rhombiques, presque cubiques.

» Abandonnée à elle-même pendant deux ou trois jours à une température de 25° C. environ, la solution de palmelline entre en décomposition avec une odeur fortement ammoniacale et décèle alors, au microscope, un grand nombre de *vibrions* très actifs ([1]).

» D'après toutes ces propriétés, la palmelline me paraît présenter beaucoup d'analogie avec l'hémoglobine du sang, et c'est la première fois que l'on ait rencontré dans le règne végétal une substance de cette nature. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur les propriétés vitales des cellules et sur l'apparition de leurs noyaux après la mort.* Note de M. L. **Ranvier**.

« Les éléments cellulaires possèdent toutes les propriétés vitales essentielles de l'organisme complet.

» Si l'on considère, par exemple, un faisceau primitif des muscles striés, qui est une cellule, on constate facilement que, en dehors de la contractilité qui est sa propriété fondamentale, il possède encore la sensibilité et la motricité. En effet, il est sensible, puisqu'il réagit par un mouvement sous l'influence de toute excitation suffisante. Il jouit également de la motricité, puisqu'une onde de contraction, produite en un de ses points, se propage à partir de ce point jusqu'à ses extrémités. Mais la contractilité s'y est développée, par différenciation, à un degré tel que toutes les autres propriétés de la cellule y sont plus ou moins masquées.

» Une cellule glandulaire n'est également qu'une cellule différenciée dans un but déterminé : la production d'une substance utilisable par l'organisme ou l'élimination d'une substance qui lui est nuisible. Mais toutes les cellules sont plus ou moins glandulaires. C'est ainsi qu'une cellule lymphatique, entre autres, digère les particules amylacées, protéiques et graisseuses qu'elle a absorbées en vertu de son activité amiboïde. Cette digestion ne peut se faire sans diastase, pepsine et pancréatine. Donc la cellule lymphatique est une glande unicellulaire à la fois salivaire, gas-

([1]) L'acide salicylique en solution concentrée n'arrêta pas le mouvement de ces vibrions tout de suite, mais dans l'espace de vingt-quatre heures ils furent détruits

trique et pancréatique; seulement, pour produire les divers sucs digestifs, il n'y a pas chez elle de différenciation organique.

» Cette conception, qui, depuis plusieurs années, me guide dans mes recherches d'Anatomie générale, je l'ai appliquée, cette année même, à l'explication d'un fait mystérieux jusqu'ici : l'apparition des noyaux dans certaines cellules après leur mort.

» Les cellules lymphatiques et les cellules fixes de la cornée ne laissent pas voir les noyaux qu'elles contiennent lorsqu'elles sont vivantes; mais, après la mort, leurs noyaux apparaissent. Pendant la vie, les noyaux ne se montrent pas, parce que leur réfringence est très-voisine de celle du protoplasma qui les entoure; on les voit après la mort, parce que, sous son influence, il est survenu des modifications du protoplasma cellulaire. Or, si l'on veut bien admettre que les sucs digestifs, emmagasinés dans la cellule quand elle est vivante, diffusent quand elle est morte et déterminent la digestion des substances organiques qui la composent, on concevra sans peine qu'il en résulte une diminution de réfringence du protoplasma. Cette hypothèse m'a suggéré les expériences suivantes :

A. Les deux cornées d'une grenouille sont enlevées avec précaution, et placées dans deux porte-objets spéciaux, de construction identique. Ces porte-objets (chambre humide électrique) permettent de conserver les cornées dans l'humeur aqueuse à l'abri de l'évaporation et de les faire traverser par un courant d'induction interrompu.

» L'une des cornées, sous le microscope et dans un appartement dont la température est de + 23°, est soumise pendant dix secondes à l'action d'un courant électrique, suffisant pour tuer les cellules fixes situées sur son trajet ou au voisinage des électrodes. Deux minutes après, il apparaît des noyaux dans ces cellules.

» L'autre cornée est soumise à l'action du même courant, pendant dix secondes également, dans une pièce voisine dont la température est de + 2° seulement. Il faut attendre quarante-cinq minutes pour que les noyaux apparaissent dans les régions correspondantes.

» Cette expérience a été reproduite plusieurs fois sur des grenouilles de différentes espèces : *R. esculenta* et *R. fusca*. Entre + 22° et + 23°, les noyaux sont devenus distincts une ou deux minutes après la mort; entre + 2° et + 3°, ils ont apparu seulement après trente ou quarante-cinq minutes.

» B. Les deux yeux d'une même grenouille sont enlevés, dans un appartement dont la température est de + 10°. On fait passer successive-

ment à travers la cornée de ces deux yeux, et pendant dix secondes, un courant interrompu de la même intensité; puis on place l'un des yeux à l'abri de l'évaporation dans une étuve dont la température est de + 33°, l'autre, dans une atmosphère humide à 0°. Une heure après, l'examen des deux cornées, dans des conditions identiques (chambre humide et humeur aqueuse), apprend que, sur le trajet du courant électrique, les noyaux sont devenus visibles dans la cornée conservée pendant une heure dans l'étuve à + 33°; dans celle qui a été maintenue à 80°, ils ne se montrent en aucun point.

» C. Enfin, la cornée d'une grenouille, soumise d'abord à un courant d'induction interrompu assez fort pour tuer les éléments cellulaires, et conservée ensuite pendant deux heures dans une chambre humide à la température de + 33°, laisse voir, dans les points qui ont été directement atteints par le courant, des noyaux fragmentés ou même réduits en petites granulations sphériques. L'action brisante des décharges d'induction s'est exercée sur les noyaux, et le travail ainsi commencé a été complété par l'autodigestion. C'est là du moins l'interprétation qui me semble découler naturellement des faits. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des lymphatiques du périchondre*. Note de MM. G. et **Fr.-E. Hoggan** (de Londres), présentée par M. Robin.

« La description qui suit des lymphatiques en question a une portée plus étendue qu'il ne paraît d'abord, car il en ressort l'exactitude du principe fondamental que nous avons énoncé ailleurs, savoir que les lymphatiques ne sont propres à aucun tissu spécial, mais qu'ils sont simplement des canaux d'écoulement appartenant aux surfaces périphériques où s'étalent les réseaux d'origine, tandis que les lymphatiques efférents qui en sortent traversent les parties plus profondes.

» Sous le rapport physiologique, les lymphatiques sont des dépendances des tissus en dehors desquels ils se trouvent, tandis que, sous le rapport morphologique, la forme ou la disposition des lymphatiques est modifiée par le caractère propre du tissu contigu. C'est ainsi que les lymphatiques que nous allons décrire appartiennent physiologiquement au cartilage, bien qu'ils soient morphologiquement les lymphatiques du périchondre, où ils se trouvent situés ([1]).

([1]) Nous avons choisi, de préférence, les cartilages des petits mammifères, tels que les

» En étudiant les lymphatiques sur le cartilage costal de la souris, il faut savoir que, contrairement à ce qui existe chez les grands mammifères, les petits ne possèdent point de lymphatiques propres à la plèvre, et c'est sur la portion du périchondre située entre les extrémités des côtes et les points d'attache des muscles triangulaires du sternum que l'on voit les lymphatiques qui nous occupent. Les lymphatiques y sont disposés d'une manière extrêmement irrégulière; ils y sont très serrés et de calibre très variable; les mailles qu'ils forment sont remplies de cellules étoilées qui ne communiquent pourtant pas avec eux. Le réseau lymphatique s'étend sur les muscles voisins, où il se modifie pour former le réseau rectangulaire que nous avons décrit les premiers comme propre aux muscles striés, ce qui démontre que la forme des lymphatiques périphériques se modifie suivant le genre de tissu qui les avoisine.

» Les lymphatiques du cartilage xiphoïde sont fort instructifs, vu qu'ils sont séparés de la séreuse péritonéale par une couche de cellules adipeuses, ce qui prouve qu'ils n'ont aucune connexion ni avec la séreuse ni avec la cavité du péritoine. On peut le démontrer sans peine sur un sujet très maigre ou sur un sujet très jeune, avant que les cellules adipeuses s'y soient développées; mais, si l'on a affaire à des sujets bien nourris, il faut, avant d'appliquer la solution d'argent, que le tissu adipeux soit préalablement enlevé avec soin. Chez le rat, ces lymphatiques commencent à se développer, à l'époque de la naissance, de chaque côté de la ligne médiane, comme un réseau qui descend de haut en bas et qui trace une courbe passant à distance égale du centre et du bord du cartilage, mais dans une direction parallèle à celui-ci. De ce lymphatique primitif, des vaisseaux s'étendent de chaque côté, et la surface tout entière se trouve à la fin recouverte d'un réseau extrêmement irrégulier de lymphatiques valvulés, s'anastomosant entre eux. On les rencontre en plus grand nombre sur la face postérieure que sur la face antérieure, et tous se font remarquer par leur calibre variable. On voit, par exemple, des petits lymphatiques se dilater tout à coup pour former des ampoules énormes, puis se rétrécir et se continuer comme des vaisseaux déliés, les lymphatiques n'étant point en

---

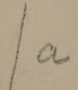
souris et les rats, parce que les méthodes d'imprégnation à l'aide des jets d'or et d'argent s'y appliquent mieux pour montrer les relations des lymphatiques avec d'autres parties, sans qu'il soit nécessaire de faire des coupes ou d'y apporter des changements mécaniques. Nous avons pris les cartilages costal et xiphoïde comme types du cartilage hyalin et celui du pavillon de l'oreille comme type du cartilage élastique ou réticulé.

relation avec les vaisseaux sanguins. Pendant les premiers jours qui suivent la naissance, on peut observer un développement considérable de ces lymphatiques; les cellules étoilées (dites *cellules migratoires*) de cette région vont se coller aux extrémités en voie de développement et deviennent les cellules endothéliales crénelées du lymphatique.

» On trouve dans le cartilage réticulé de l'oreille le même arrangement irrégulier, accompagné de deux complications qui lui sont propres : c'est d'abord la présence de beaucoup de petites ouvertures traversant la couche cartilagineuse et livrant passage (de même que les échancrures situées aux bords du cartilage) aux lymphatiques, qui établissent tout un système d'anastomoses entre les deux surfaces opposées. Le cartilage auriculaire se trouve ainsi traversé et entouré de lymphatiques.

» Les faisceaux nombreux et de dimensions variables des muscles striés qui passent en tous sens d'une partie à l'autre de l'auricule sont entourés de réseaux de lymphatiques; mais ils sont trop petits pour prêter à ces réseaux une forme particulière, bien que, d'après leur position sur les faisceaux musculaires, il soit possible de désigner ces lymphatiques aussi bien comme lymphatiques des muscles striés que comme lymphatiques du périchondre sur lequel ils s'insèrent ([1]).

» Nous n'avons trouvé ces lymphatiques décrits par aucun anatomiste. Sappey ne les mentionne pas dans son Ouvrage récent sur les lymphatiques. Après avoir énuméré les tissus fibreux, tels que la dure-mère, les ligaments, le périoste, etc., comme étant dépourvus de lymphatiques, il dit (p. 111) : « Toutes les parties fibreuses, en un mot, sont privées de ce genre de vaisseaux. » Or nous venons de prouver que le périchondre en possède. Il est vrai de dire que M. Robin a démontré que le *périoste* et le *périchondre* appartiennent au système du *tissu cellulaire* et non au *tissu fibreux* (*Dict. encyclop. des Sc. médicales;* art. *Fibreux* et *Lumineux*, p. 269; 1867).



M. **L. Hugo** adresse une Note « Sur un nombre représentant la sphère, chez les anciens ».

([1]) Nous avons soin, en faisant ces préparations, de laisser la peau attachée à l'auricule, afin de faire voir que les lymphatiques collecteurs de la peau existent même chez les souris et les rats, ce qui prouve que les lymphatiques du cartilage auriculaire sont tout à fait indépendants des lymphatiques cutanés et qu'ils leur sont surajoutés. Les lymphatiques auriculaires peuvent être toujours facilement démontrés chez tout animal de petite taille, puisque les cellules adipeuses ne se développent qu'en très petit nombre à cet endroit.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 juillet 1879.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris, publiée par le Ministère de l'Agriculture et du Commerce ; t. XV, Ire et IIe Partie (nouvelle série, année 1875). Paris, Imprimerie nationale, 1879 ; 2 vol.

Annuaire statistique de la France, 2e année (1879), publié par le Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Paris, Imprimerie nationale, 1879 ; gr. in-8°.

Traité d'Algèbre élémentaire; par M. L. Godefroy. Paris, Ch. Delagrave, 1879 ; in-8°.

Bivouacs dans les Alpes françaises ; par MM. P. Guillemin, A. Salvador de Quatrefages. Paris, G. Chamerot, 1879 ; br. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne ; année 1877-1878. Châlons-sur-Marne, 1879 ; in-8°.

La conquête du globe. Géographie contemporaine. Les pôles; par M. Charles Hertz. Paris, Tolmer et Cie ; gr. in-8°.

Études géologiques sur les îles Baléares (Majorque et Minorque); par M. Henri Hermite. Paris, F. Savy, 1879; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Les Arachnides de France ; par M. Eug. Simon. Tome VII. Paris, Roret, 1879 ; in-8°.

Anuario del Observatorio de Madrid, 1877-1878. Madrid, Miguel Ginesta, 1876-1878 ; 2 vol. in-12.

Resumen de las observaciones meteorologicas efectuadas en la peninsula, 1873-1874-1875. Madrid, Miguel Ginesta, 1877-1878 ; 2 vol. in-8°.

Observaciones meteorologicas efectuadas en el Observatorio de Madrid, 1873-1874-1875. Madrid, Miguel Ginesta, 1875-1877; 2 vol. in-8°.

Finlands Geologiska undersökning. Beskrifning till Kartbladet n° 1; *af* K. Ad. Moberg. Helsingfors, 1879; br. in-8°.

Observations météorologiques publiées par la Société des Sciences de Finlande; année 1875-1876. Helsingfors, 1878; 2 br. in-8°.

Ofversig af finska vetenskaps Societetens. Förhandlingar, XIX, XX, 1876-1877; 1877-1878. Helsingfors, 1878; 2 br. in-8°.

Bidrag till Kännedom af Finlands natur och Folk, utgifna af Finska vetenskaps Societeten; H. 27, 28, 29, 30, 31. Helsingfors, 1878, 1879; 5 br. in-8°.

Observationes meteorologicæ, sub auspiciis Societatis Scientiarum Danicæ editæ. Fasc. I, *continens Observationes D. Neuberi*; 1824-1825. Hafniæ, Fred. Popp, 1829; br. in-4°. Fasc. III; *in Guinea factæ, a J.-J. Trentepohl, R. Chenon, F. Sannom*, 1829-1834 et 1838-1842. Hauniæ, Bianco Lunos, Bogtrykkeri, 1845; br. in-4°. Fasc. IV, *in Grönland factæ, a C.-C. Ostergaard, L.-A. Mossin, J.-M. Kragh, C.-N. Rudolph, F.-P.-E. Bloch*. Hafniæ, Bianco Lunos, Bogtrykkeri, 1856; br. in-4°.

Regesta diplomatica Historiæ Danicæ; index chronologicus diplomatum et litterarum; t. II, Ire et IIe part. Hafniæ, J. Qvist et Soc., 1870; 2 vol. in-4°.

Det Kongelige danske Videnskabernes selskales shrifter, femte række. Naturvidenskabelig og Mathematisk; afdeling niende bind, tiende bind. Kjöbenhavn, Bianco Lunos, Bogtrykkeri, 1873-1875; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 14 juillet 1879.)

Page 89, ligne 9, *au lieu de* $+\bar{1},1743$, *lisez* $-\bar{1},1743$.
» 24, » 17°.21′.6″,4 » 17°.2′.16″,4.